



Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№4 (28) 2020

Инновации в АПК: проблемы и перспективы

**Теоретический и научно-практический журнал
Учредитель Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Белгородский государственный
аграрный университет имени В.Я. Горина»**

Официальный сайт: <http://www.bsaa.edu.ru>

В журнале публикуются результаты фундаментальных и прикладных исследований, обсуждаются теоретические, методологические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса России и зарубежья, предлагаются пути их решения

Издаётся с 2013 года

Выходит один раз в квартал

**Выпуск 4 (28)
2020 г.**

**п. Майский
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ
2020**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Алейник С.Н., к. тех. н., доцент

Заместители главного редактора

Дорофеев А.Ф., д. э. н., доцент

Члены редакционной коллегии:

Азаров В.Б., д. с.-х. н., профессор;

Андрианов Е.А., д. с.-х. н., профессор;

Аничин В.Л., д. э. н., профессор;

Афоничев Д.Н., д. тех. н., профессор;

Бабинцев В.П., д. фил. н., профессор;

Вендин С.В., д. тех. н., профессор;

Груздова Л.Н., к. э. н., доцент;

Гурин А.Г., д. с.-х. н., профессор;

Демидова А.Г., к. с.-х. н., доцент;

Запорожцева Л.А., д. э. н., профессор;

Колесников А.С., к. тех. н., доцент;

Коломейченко А.В., д. тех. н., профессор;

Котлярова Е.Г., д. с.-х. н., профессор;

Коцарева Н.В., д. с.-х. н., доцент;

Лебедев А.Т., д. тех. н., профессор;

Лицуков С.Д., д. с.-х. н., профессор;

Ломазов В.А., д. физ.-мат. н., профессор;

Меделяева З.П., д. э. н., профессор;

Муравьев А.А., к. с.-х. н., доцент;

Мязин Н.Г., д. с.-х. н., профессор;

Наседкина Т.И., д. э. н., профессор;

Наумкин В.Н., д. с.-х. н., профессор;

Пастухов А.Г., д. тех. н., профессор;

Поливаев О.И., д. тех. н., профессор;

Растопчина Ю.Л., к. э. н., доцент;

Саенко Ю.В., д. тех. н., доцент;

Сидоренко О.В., д. э. н., доцент;

Скурягин Н.Ф., д. тех. н., профессор;

Смуrow С.И., к. с.-х. н.;

Столяров О.В., д. с.-х. н., профессор;

Ступаков А.Г., д. с.-х. н., профессор;

Токарь Е.В., д.э.н., профессор

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель

Алейник С.Н., к. тех. н., доцент (Россия)

Зам. председателя.

Дорофеев А.Ф., д. э. н., доцент (Россия)

Члены научно-редакционного совета:

Бондаренко Л.В., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);

Вереновска А., PhD э. н. (Польша);

Ерохин М.Н., д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);

Колесников А.В., д. э. н., доцент (Россия);

Леммер А.Дж., д. с.-х. н. (Германия);

Простенко А.Н., к. э. н. (Россия);

Савченко Е.С., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);

Турусов В.И., д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);

Турьянский А.В., д. э. н., профессор (Россия)

Ужик В.Ф., д. т. н. профессор (Россия)

Ушачев И.Г., д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);

Яска Е., PhD э. н. (Польша).

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-63038 от 10 сентября 2015 г. выдано
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN – 2311–9535

Подписной индекс в каталоге «Объединенный каталог. Пресса России.
Газеты и журналы» – **40760**.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**).
Материалы издания выборочно включаются в реферативную базу данных **Agris**.

Распоряжением Минобрнауки России № 21-р от 12.02.2019 г. в **Перечень ведущих рецензируемых научных журналов**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук включены следующие научные специальности, представленные в журнале:

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
- 05.20.02** – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
- 05.20.03** – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);

- 06.01.01** – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.04** – Агрохимия (сельскохозяйственные науки);

- 08.00.05** – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки);
- 08.00.10** – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки);
- 08.00.12** – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки).

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка **Литвинов Ю. Н.**
Журнал выходит один раз в квартал.

Адрес редакции и издателя журнала

308503, ул. Вавилова, 1, п. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия
Тел.: +7-4722-39-22-68, Факс: +7-4722-39-22-62
Официальный сайт журнала: <http://www.journal-belgau.ru>

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 21.12.2020 г., дата выхода в свет 10.01.2021 г.

Усл. п.л. 37,75. Тираж 1000 экз. Заказ № 1766. Свободная цена.

Адрес типографии: г. Белгород, ул. Студенческая 16, офис 19.

Тел. +7-910-360-14-99.

e-mail: polyterra@mail.ru, официальный сайт: <http://www.polyterra.ru>

Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice journal
Founder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”

Official website: <http://www.bsaa.edu.ru>

The journal publishes the results of fundamental and applied research, discusses the theoretical, methodological and applied problems of the agro-industrial complex of Russia and abroad, suggests ways to solve them

Published since 2013

Issued once per quarter

Release 4 (28)
2020

Maysky
FSBEI HE Belgorod SAU
2020

EDITORIAL STAFF

Editor in Chief

Aleinik S.N., Cand.Tech. Sci, as. prof;

Deputy editors

Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., as. professor

Members of Editorial Staff

Azarov V.B., Dr. Agr. Sci., professor;
Andrianov E.A., Dr. Agr. Sci., professor;
Anichin V.L., Dr. Econ. Sci., professor;
Afonichev D.N., Dr. Tech. Sci., professor;
Babintsev V.P., Dr. Phil. Sci., professor;
Vendin S.V., Dr. Tech. Sci., professor;
Gruzdova L.N., Cand. Econ. Sci., as. prof.;
Gurin A.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Demidova A.G., Cand. Agr. Sci., as. prof.;
Zaporozhtseva L.A., Dr. Econ. Sci., professor;
Kolesnikov A.S., Cand. Tech. Sci., as. prof.;
Kolomeichenko A.V., Dr. Tech. Sci., professor;
Kotliarova E.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Kotsareva N.V., Dr. Agr. Sci., as. prof.;
Lebedev A.T., Dr. Tech. Sci., professor;
Litsukov S.D., Dr. Agr. Sci., professor;
Lomazov V.A., Dr. Phys.-math. Sci., prof.;
Medel'iyeva Z.P., Dr. Econ. Sci., professor;
Muravyov A. A., Cand. Agri. Sci., as. prof.;
Myazin N.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Nasedkina T.I., Dr. Econ. Sci., professor;
Naumkin V.N., Dr. Agr. Sci., professor;
Pastukhov A.G., Dr. Tech. Sci., professor;
Polivaev O.I., Dr. Tech. Sci., professor;
Rastopchina Y.L., Cand. Econ. Sci., as. prof.;
Saenko Yu.V., Dr. Tech. Sci., professor;
Sidorenko O.V., Dr. Econ. Sci., as. prof.;
Skuriatin N.F., Dr. Tech. Sci., professor;
Smurov S.I., Cand. Agr. Sci.; as. prof.;
Siolyarov O.V., Dr. Agr. Sci., professor;
Stupakov A.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Tokar E.V., Dr. Econ. Sci., professor

EDITORIAL BOARD

Chairman

Aleinik S.N., Cand. Tech. Sci, as. prof; (Russia)

Vice-Chairman.

Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., as. professor (Russia)

Members of Editorial Board:

Bondarenko L.V., Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);
Werenowska A., PhD in economics (Poland);
Erokhin M.N., Dr. Tech. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);
Kolesnikov A.V., Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia);
Lemmer A.J., Dr. Agr. Sci. (Germany);
Prostenko A.N., Cand. Econ. Sci. (Russia);
Savchenko E.S., Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);
Turusov V.I., Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);
Tur'ianskii A.V., Dr. Econ. Sci., professor (Russia)
Uzhik V.F. Dr. Tech. Sci., professor (Russia);
Ushachev I.G., Dr. Econ. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);
Jaska E., PhD in economics (Poland).

Registration Certificate: ПИ № ФС 77-63038 of 10 September 2015 issued by the Federal service for supervision in the sphere of Telecom, information technologies and mass communication (Roscomnadzor)

ISSN – 2311–9535

Subscription Index in the directory “The United catalogue. The Russian Press. Newspapers and magazines” – **40760**.

The journal is included in the Russian Index of Scientific Citing (**RISC**).
Scientific papers are selectively included in **Agris** abstract database.

By order of the Ministry of Education and Science of Russia № 21-p dated February 12, 2019, the list of leading reviewed scientific journals in which the main scientific results of dissertations for the doctoral degrees of doctor and candidate of science should be published includes the following scientific specialties presented in the journal:

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences);

05.20.02 - Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture (technical sciences);

05.20.03 - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (technical sciences);

01.06.01 - General agriculture, crop production (agricultural sciences);

01.06.04 - Agrochemistry (agricultural sciences),

08.00.05 - Economics and management of the national economy (by branches and fields of activity) (economic sciences);

08.00.10 - Finance, money circulation and credit (economic sciences);

08.00.12 - Accounting, Statistics (Economic Sciences).

Design layout and computer-aided makeup **Litvinov Y.N.**
Journal issued once per quarter.

Editorial board and journal publisher

ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia

Tel.: +7 4722 39-22-68, Fax: +7 4722 39-22-62

Official website of the journal: <http://www.journal-belgau.ru>

Printed in (Limited liability company) Publication and printing center «POLYTERRA»

Signed for publication 21.12.2020, date of publication 10.01.2021.

Conventional printed sheet 37,75. Circulation 1000 copies Order № 1766. Free price

Address of printing: st. Student 16, office 19., Belgorod, Russia

tel. +7-910-360-14-99.

e mail: polyterra@mail.ru, Official website: www//polyterra.ru

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>Н.В. Алдошин, И.И. Исмаилов</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	9
<i>И.Ш. Бережная</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ.....	17
<i>С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, Широков М.С.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОРАЩИВАНИЮ СЕМЯН СОИ НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ	25
<i>С.М. Гайдар, А.Г. Пастухов, А.В. Пыдрин, А.А. Емельянов, А.Б. Лагузин</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ВВЕДЕНИЕМ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПРИСАДОК В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	35
<i>А.А. Добрицкий, С.Ф. Вольвак</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ СУШИЛКИ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....	45
<i>Р.Р. Искендеров, А.Т. Лебедев, Н.А. Марьин, Р.В. Павлюк</i> ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВКИ НА ЧАСТИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РОТОРНОЙ ДРОБИЛКЕ.....	51
<i>А.В. Коломейченко, И.С. Кузнецов, И.Н. Трусов</i> ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ТОЛЩИНУ ПОКРЫТИЙ...	59
<i>А.Н. Макаренко</i> МЕТОД КРОШАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН.....	64
<i>Е.А. Мартынов</i> СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....	72
<i>С. В. Стребков, А. П. Слободюк, А. В. Бондарев</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГЛУБОКОРЫХЛЛИТЕЛЯ JOHN DEERE 512 RIPPER МНОГОСЛОЙНЫМ ПОКРЫТИЕМ...	79
<i>Е.П. Тимашов, А.А. Серегин</i> РЕГИСТРАТОР НЕИСПРАВНОСТИ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ.....	87
<i>О.А. Чехунов, А.В. Рыжков</i> УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА УДОБРЕНИЙ.....	95
<i>О.А. Шарая, Н.В. Водлазская</i> СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЧУГУНА ПУТЕМ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ИХ ПОВЕРХНОСТИ...	106

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>Н.И. Богомолова, С.В. Резвякова, М.В. Лупин</i> КРУПНОПЛОДНОСТЬ И МНОГОПЛОДНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГЕНОТИПОВ МАЛИНЫ КРАСНОЙ КАК ОСНОВА ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ.....	117
<i>Л.В. Волощенко, С.С. Волощенко, И.А. Байдина</i> СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	124
<i>Толстомятова О.С., Толстомятов С.Н., Голованова Е.В.</i> СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	132
<i>Е.Н. Гончарова, М.И. Василенко, О.И. Кузнецова</i> ВЫРАЩИВАНИЕ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОСТИМУЛЯТОРА ИЗ ЗООКОМПОСТА.....	137
<i>Н.В. Коцарева, Е. В. Коваленко</i> ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА МАССУ 1000 СЕМЯН И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ F ₁ БОРЕЙ И F ₁ ДАРИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР.....	145
<i>С.А. Линков, А.В. Акинчин, Е.Ю. Колесниченко, Т.С. Морозова</i> ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АПК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	150
<i>З.Е. Ожерельева</i> ИЗУЧЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СОРТА ВИШНИ ТУРГЕНЕВКА В ПЕРИОД ЗИМНИХ ОТПЕПЕЛЕЙ.....	162
<i>Н.А. Сидельникова</i> ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	170
<i>А.Н. Крюков, В.Н. Наушкин, Л.А. Наушкина, А.М. Хлопяников, Г. В. Хлопяникова, А. Г. Демидова</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВСЕПОГОДНЫХ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПРИЁМОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	178
<i>Е.В. Ковалёва, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин, О.С. Кузьмина, Е.В. Голованова</i> ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ С ПОМОЩЬЮ КАТЕНННОГО ПОДХОДА.....	188
<i>А.В. Косов, Н.И. Клостер, В.Б. Азаров</i> ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЦЧЗ.....	201

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<i>В.В. Акиндинов, А.С. Лосева, А.В. Курьянов</i> СЕБЕСТОИМОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	213
<i>И.А. Демешева</i> ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НА ФИНАНСОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	219
<i>В.А. Ломазов, О.С. Акунина, Р.В. Капинос, А.В. Ломазов</i> ПРИМЕНЕНИЕ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	225
<i>Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	239
<i>Е.А. Базовкина, Ж.А. Божченко</i> СТРУКТУРА КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ: ПРОГНОЗНЫЕ ВАРИАНТЫ ОПТИМИЗАЦИИ.....	257
<i>А.Ф. Дорофеев, Н.В. Калинин, В.Н. Лебедь, С.Н. Калинин</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ СВИНОВОДСТВА.....	263
<i>Е.В. Шварев, Н.Н. Никулина, И.В. Гордиенко, М.Г. Давитян</i> НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕГИОНА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК.....	274
<i>Простенко А.Н., Добрунова А.И., Золотарёва О.И.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕСА РЕГИОНА.....	288
Руководство для авторов	296

CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>N.V. Aldoshin, I.I. Ismailov</i> EQUIPMENT FOR PRE-SOWING STRIP TILLAGE FOR MELON CROPS.....	9
<i>I.S. Berezhnaya</i> EXPERIMENTAL TESTING OF ELECTRIC SPARK TREATMENT MODES FOR STAINLESS STEELS.....	17
<i>S.V. Vendin, Y.V. Saenko, V.Y. Strakhov, M.S. Shirokov</i> RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES ON SOYBEAN SEED GERMINATION FOR VITAMIN FEED.....	25
<i>S.M. Gaidar, A.G. Pastukhov, A.V. Pydrin, A.A. Emel'yanov, A.B. Laguzin</i> IMPROVING THE RELIABILITY OF CAR ENGINES BY INTRODUCING ANTIFRICTION ADDITIVES IN SERVICE CONDITIONS...35	
<i>A.A. Dobrickiy, S.F. Volvak</i> DETERMINING THE ENERGY CAPACITY OF THE DRYER HIGH MOISTURE SEEDS OF MELONS.....	45
<i>R.R. Iskenderov, A.T. Lebedev, N.A. Marin, R.V. Pavlyuk</i> ENERGY AND QUALITATIVE INDICATORS OF THE PROCESS OF DIVIDING GRAIN INTO PARTS IN A HORIZONTAL ROTARY CRUSHER.....	51
<i>A.V. Kolomeichenko, I.S. Kuznetsov, I.N. Trusov</i> EFFECT OF PROCESS CONDITIONS OF ELECTRIC SPARK TREATMENT ON COATING THICKNESS.....	59
<i>A.N. Makarenko</i> THE METHOD OF CRUSHING ELEMENTS FOR FORMATION OF THE SURFACE OF THE WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES... 64	
<i>E.A. Martynov</i> THE MONITORING SYSTEM OF THE MICROCLIMATIC CONDITIONS FOR THE MAINTENANCE OF BROILER CHICKENS.....	72
<i>S.V. Strebkov, A.P. Slobodyuk, A.V. Bondarev</i> RENOVATION OF THE WORKING BODY OF THE JOHN DEERE 512 DISK RIPPER WITH MULTI-LAYER FRONT SURFACING... 79	
<i>E.P. Timashov, A.A. Seryogin</i> THE REGISTRAR OF THE MALFUNCTION OF THE TRANSMISSION UNITS.....	87
<i>O.A. Chekhunov, A.V. Ryzhkov</i> PLANT FOR PREPARATION OF FERTILIZER SOLUTION.....	95
<i>O.A. Sharaya, N.V. Vodolazskaya</i> METHODS OF INCREASING WEAR RESISTANCE OF CAST IRON PRODUCTS BY STRENGTHENING TREATMENT OF THEIR SURFACE. 106	

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>N.I. Bogomolova, S.V. Rezvyakova, M.V. Lupin</i> LARGE AND MEGAPLANET PROMISING GENOTYPES OF RED RASPBERRY AS THE FOUNDATION OF HIGH PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF CENTRAL RUSSIA.....	117
<i>L.V. Voloschenko, S.S. Voloschenko, I.A. Baydina</i> BREEDING EVALUATION OF PROSPECTIVE RED CURRANT HYBRIDS UNDER CONDITIONS OF BELGOROD REGION.....	124
<i>O.S. Tolstopyatova, S.N. Tolstopyatov, E.V. Golovanova</i> STATE OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND ON THE EXAMPLE OF THE BELGOROD REGION.....	132
<i>E.N. Goncharova, M. Vasilenko, O.I. Kuznetsova</i> GROWING WHITE MUSTARD USING ZOOCOMPOST PHYTOSTIMULATOR.....	137
<i>N.V. Kotsareva, E.V. Kovalenko</i> INFLUENCE OF PRE-SOWING TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS ON THE WEIGHT OF 1000 SEEDS AND THE YIELD OF HYBRIDS F1 BOREY AND F1 DARIY IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST CCR.....	145
<i>S.A. Linkov, A.V. Akinchin, E.Y. Kolesnichenko, T.S. Morozova</i> MAIN ASPECTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SECTOR.....	150
<i>Z.E. Ozhelieva</i> STUDY OF FROST RESISTANCE OF CHERRY VARIETIE TURGENEVKA IN DURING WINTER THAWS.....	162
<i>N.A. Sidelnikova</i> TRITICALE CULTIVATION IN THE BELGOROD REGION.....	170
<i>A. Kryukov, V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, A.M. Khlopyanikov, G.V. Khlopyanikova, A.G. Demidova</i> EFFICIENCY OF ALL-WEATHER, RESOURCE-SAVING TECHNIQUES IN CROP PRODUCTION.....	178
<i>E.V. Kovalyova, I.Y. Vagurin, A.V. Akinchin, O.S. Kuzmina, E.V. Golovanova</i> IMPACT OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL FOREST STEPPE SOILS THROUGH KATENAS ROLLED.....	188
<i>A.V. Kosov, N. Kloster, V.B. Azarov</i> CHANGE THE PROPERTIES OF THE TYPICAL CHERNOZEM UNDER CONDITIONS OF BIOLOGICAL AGRICULTURE IN THE CCZ.....	201

INNOVATIVE ECONOMICS, MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES AND SOCIAL DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES

<i>V.V. Akindinov, A.S. Loseva, A.V. Kuryanov</i> COST AS A TOOL FOR REGULATING EFFICIENCY IN CROP PRODUCTION.....	213
<i>I.A. Demesheva</i> INFLUENCE OF TAX REGIMES ON THE FINANCIAL RESULT OF THE ENTERPRISE.....	219
<i>V.A. Lomazov, O.S. Akupiyev, R.V. Kapinos, A.V. Lomazov</i> APPLICATION OF THE SCENARIOUS APPROACH IN THE FORMATION OF REGIONAL PROGRAMS FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX.....	225
<i>T.I. Nasedkina, A.I. Chernykh, O.V. Goncharenko</i> CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE ECONOMY AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE BELGOROD REGION.....	239
<i>E.A. Basovkina, J.A. Bozhchenko</i> THE CAPITAL STRUCTURE OF THE COMPANY: FORECAST OPTIMIZATION OPTIONS.....	257
<i>A.F. Dorofeev, N.V. Kalinchik, V.N. Lebed, S.N. Kalinchik</i> PERSPECTIVE TRENDS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE PIG INDUSTRY.....	263
<i>E.V. Shvarev, N.N. Nikulina, I.V. Gordienko, M.G. Davityan</i> DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AGRARIAN EDUCATION REGION FOR ENTERPRISES AIC.....	274
<i>A.N. Prostenko, A.I. Dobrunova, O.I. Zolotareva</i> CURRENT STATE AND PROSPECTS OF SMALL INNOVATIVE BUSINESS DEVELOPMENT IN THE REGION.....	288
Guidelines for authors	296

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 631.319.06

Н.В. Алдошин, И.И. Исмаилов

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕПОСЕВНОЙ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Аннотация. Проведен анализ технологий предпосевной полосовой обработки почвы под посев бахчевых культур. При выполнении технологических операций под посев бахчевых культур необходимо выполнить основную и предпосевную обработки почвы, а также открывать поливные борозды. Проведение таких операций связано с большими энергетическими затратами и множественными проходами агрегатов по полю. Предложено проводить полосовую обработку почвы под посев бахчевых культур при помощи комбинированного агрегата за один проход. Для ее выполнения предложена конструкция орудия, которое за один проход выполняет вспашку, предпосевную обработку и формирование поливных борозд. При выполнении основной обработки почвы используют плужные рабочие органы фронтального плуга для гладкой вспашки, обеспечивающие оборот почвенного пласта в собственной борозде. Плужные корпуса двухкорпусного плуга устанавливаются по оси симметрии орудия по листерной схеме без заплужников. При этом обеспечивается неполный оборот пластов почвы. Они одновременно укладываются таким образом, что при проходе орудия на их стыке происходит автоматическое формирование поливной борозды. За плужными корпусами установлено рыхлительно-выравнивающее устройство для полосовой предпосевной обработки почвы в зоне посева. В качестве такого рабочего органа используются ротационные рабочие органы со сферическими ножевыми элементами, за которыми располагается планчатый каток. Обоснованы, диаметр ножевого рабочего органа равен 400 мм, радиус кривизны ножевого элемента составляет 455 мм, ножи толщиной $\delta = 4$ мм и шириной 40 мм. При необходимости выполнения полосовой обработки почвы в зоне посева шириной 30 см, необходимо объединить три таких ротационных рабочих органа в батареи.

Ключевые слова: рыхление почвы, предпосевная обработка, диск, сферические ножевые элементы, почвообрабатывающее орудие.

EQUIPMENT FOR PRE-SOWING STRIP TILLAGE FOR MELON CROPS

Abstract. The technology of pre-sowing strip tillage for sowing melon crops is analyzed. At performance of technological operations under sowing of melon crops it is necessary to perform the main and pre-sowing soil tillage and also to open irrigation furrows. Carrying out such operations is associated with high energy costs and multiple passes of aggregates in the field. It is proposed to carry out strip treatment of soil for sowing melon crops. For its performance the design of the combined soil cultivating tool which in one pass carries out ploughing, presowing treatment and formation of watering furrows is offered. When performing the main soil tillage use ploughing tools front plough for smooth ploughing, providing a turnover of the soil layer in its own furrow. Plough bodies of two-hulled plough are installed on the axis of symmetry of the implement on a sheet pattern without ploughs. In this case, not the full turnover of soil layers is provided. They are simultaneously arranged in such a way that when the implement passes at their joint, a water furrow is formed. Behind the plough bodies installed loosening and levelling device for strip pre-sowing soil treatment in the seeding area. As such, the working body is used rotary working bodies with spherical knife elements, behind which is located plank rink. The diameter of the knife working device is 400 mm, radius of curvature of the knife element is 455 mm, its thickness $\delta = 4$ mm and width 40 mm. If it is necessary to perform strip treatment of soil in the area of sowing with width of 30 cm, it is necessary to combine three such rotary working elements into batteries.

Key words: soil loosening, pre-sowing treatment, disk, spherical knife elements, soil tillage tool.

Введение. Важнейшим звеном в системе мероприятий по обеспечению высокой культуры земледелия и получению высоких урожаев бахчевых культур является обработка почвы. Успехи в возделывании бахчевых культур во многом зависят от сроков и качества обработки почвы, в свою очередь от способов ее проведения и совершенства конструкции машин. За последние годы значительно увеличилась мощность и потенциальные возможности сельскохозяйственных тракторов, однако способы обработки почвы в основном остались прежними, что во многих случаях агрономически ничем не оправдано.

Многочисленные проходы техники по обрабатываемому полю приводят к увеличению нежелательного уплотнения почвы колесами тракторов и машин, что влечет за собой снижение урожайности бахчевых культур. Операции основной и предпосевной обработки почвы яв-

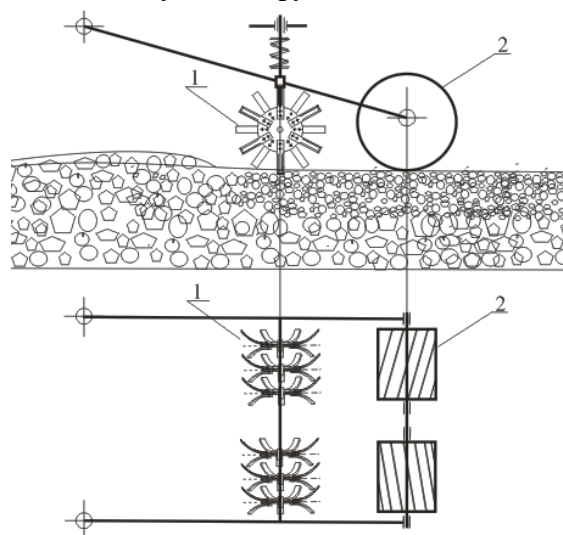
ляются энергоемкими. Необходимо внедрять новые, более прогрессивные технологии и средства механизации для обработки почвы под бахчевые культуры [1,2]. В связи с этим возникает необходимость создания новых комбинированных орудий, позволяющих использовать энергосберегающие приемы обработки почвы при одновременном сокращении количества проходов агрегатов по полю и экономии времени проведения работ [3,4].

Цель исследования – обоснование параметров рыхлительного рабочего органа в составе комбинированного орудия для подготовки почвы под посев бахчевых культур.

Материалы, методы и объекты исследования. При подготовке почвы под бахчевые культуры в определенной последовательности проводится ряд технологических операций. Для их выполнения предлагается комбинированный агрегат для полосовой обработки почвы, включающий корпуса фронтального плуга, расположенные по листерной схеме без заплужников. При помощи их производится полосовая вспашка участка с одновременным формированием поливных борозд. С двух сторон от образуемой поливной борозды располагаются гребни вспаханных почвенных пластов, в зоне которых необходимо проводить предпосевную обработку почвы [5,6]. Для решения задачи необходим рыхлительно-выравнивающий рабочий орган. По агротехническим требованиям к предпосевной обработке почвы, комков размером до 25 мм в слое 0-10 см должно быть не менее 80%. При этом плотность почвы в горизонте 0-10 см должна составлять от 1,1 до 1,2 г/см³ [7].

Результаты исследования. Для полосовой предпосевной обработки почвы под бахчевые культуры в составе комбинированного агрегата предлагается следующее рыхлительно-выравнивающее устройство (рисунок 1). Оно состоит из дисков с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами 1 и планчатых катков 2. Диски объединены в блоки, расположенные над гребнями пахотных пластов. Имея разнонаправленные сферические ножевые элементы, они измельчают почвенные комки. За ними установлены планчатые катки, которые дополнительно измельчают, избирательно уплотняют и выравнивают почву в зоне посева. Такой рабочий орган позволяет полностью обеспечить выполнение агротехнических требований при его использовании.

Для эффективной работы рыхлительного рабочего органа необходимо обосновать его конструктивно-технологические параметры. Их выбор не может быть произведен произвольным образом, так как существуют рациональные пределы их варьирования, а геометрические элементы конструкции связаны между собой функциональными зависимостями.



1 - диск с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами; 2 - планчатый каток

Рис. 1 - Рыхлительно-выравнивающее устройство

Обоснование параметров почвообрабатывающих дисков с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами приведено в работе [8,9]. На основании чего приняты, диаметр ножевого рабочего органа равен 400 мм, радиус кривизны ножевого элемента составляет 455 мм, его толщина $\delta = 4$ мм и ширина 40 мм.

Для полосовой обработки почвы в зоне посева необходимо ножевые рабочие органы объединять в батарее. Схема такой батареи показана на рисунке 2.

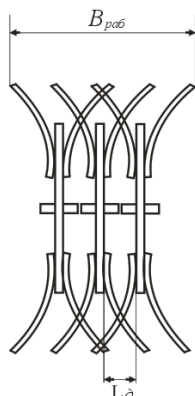


Рис. 2 - Схема батареи дисков с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами

Сопротивление батареи дисков пропорционально рабочей ширине захвата орудия, поэтому определим удельное тяговое сопротивление $F_{y\delta.\delta}$ дисковых рабочих органов:

$$F_{y\delta.\delta} = \frac{k \cdot F_{нд}}{B_{бат}}, \text{ Н/м} \quad (1)$$

где k - число ножевых дисков в батарее, шт.;

$F_{нд}$ - тяговое сопротивление ножевого диска, Н;

$B_{бат}$ - конструктивная ширина захвата дисковой батареи, мм;

В процессе работы ножевого диска, ножи, совершая сложное плоскопараллельное движение, поочередно врезаются в почву. На основании исследований тяговое сопротивление $F_{нд}$ ножевого диска определяется зависимостью [10]:

$$F_{нд} = \sum_{i=1}^{n_{нож}} \frac{\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t(i-1)) - 1}{\sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \sin(\varphi_A + \varphi_t(i-1)) + 1}} \cdot (F_{рез} + F_{бок}), \text{ Н.} \quad (2)$$

где $n_{нож}$ - количество ножей на диске;

λ - кинематический параметр ножевого диска;

φ_A - центральный угол точки A касания носка ножа с поверхностью почвы, град;

φ_t - угол поворота диска за время движения ножа в почве, град;

$F_{рез}$ - сопротивление резанию ножом почвы со стерневыми остатками, Н;

$F_{бок}$ - сопротивление почвы боковой поверхности ножа, Н.

Составляющая тягового сопротивления ножа на резание почвенного пласта определится с учетом его геометрических параметров (рисунок 3) [11,12]:

$$F_{рез} = \delta \cdot l_{лез} \cdot t_{лез}, \text{ Н.} \quad (3)$$

где δ - удельное сопротивление резанию, Па;

$l_{лез}$ - рабочая длина лезвия ножа, мм;

$t_{лез}$ - толщина лезвия ножа, мм.

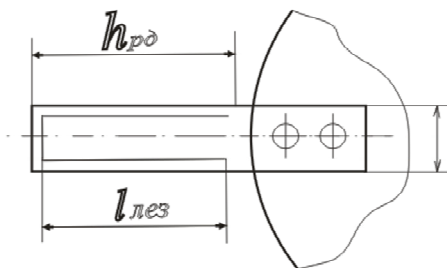


Рис. 3 - Геометрические параметры ножа ножевого диска

Составляющая тягового сопротивления почвы боковой поверхности ножа с учетом его геометрических параметров определится зависимостью:

$$F_{\text{бок}} = k_{\text{уд}i} \cdot h_{\text{рд}}^2, \text{ Н. (4)}$$

где $k_{\text{уд}i}$ - удельное сопротивление почвы для i -го ряда ножевых дисков, Н/м ;

$h_{\text{рд}}$ — глубина резания почвы ножевым диском, мм .

Таким образом, тяговое сопротивление батареи ножевых дисков выразится зависимостью:

$$F_{\text{бат}} = k \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{нож}}} \frac{\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t (i - 1)) - 1}{\sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \sin(\varphi_A + \varphi_t (i - 1)) + 1}} \times$$

$$\times (\delta \cdot l_{\text{лез}} \cdot t_{\text{лез}} + k_{\text{уд}i} \cdot h_{\text{рд}}^2), \text{ Н. (5)}$$

Максимально возможное количество ножей на диске (рисунок 4) определится из геометрических параметров ножа и диска, на котором они закреплены:

$$n_{\text{нож}} = \frac{C_{\text{д}}}{l_{\text{оси.н}}}, \text{ шт.}, (6)$$

где $C_{\text{д}} = 2\pi R_{\text{д}}$ длина окружности диска, мм ;

$R_{\text{д}}$ - радиус диска, мм ;

$l_{\text{оси.н}}$ - длина основания (крепежной части) ножа, мм .

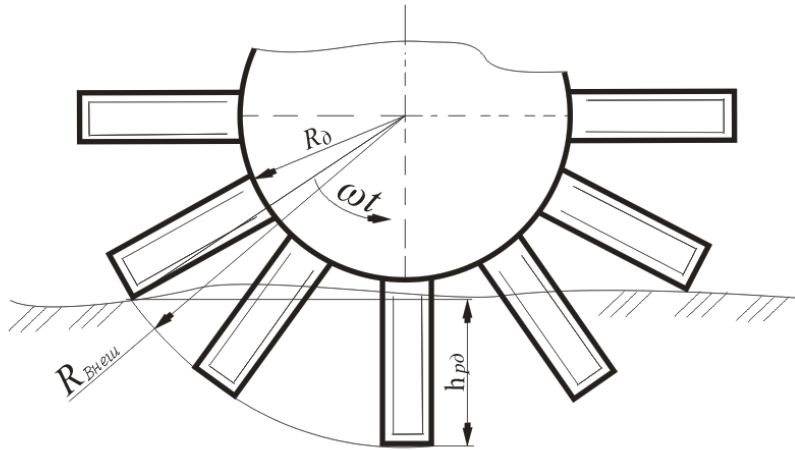


Рис. 4 - Геометрические параметры ножевого диска

Исходя из геометрических параметров ножа (рисунок 3), длину его основания можно представить зависимостью:

$$l_{\text{оси.н}} = 2(R_{\text{внеш}} - R_{\text{д}}), \text{ мм. (7)}$$

где $R_{\text{внеш}}$ — внешний радиус диска с ножами, мм .

Тогда максимально возможное количество ножей на диске с учетом [13,14] определится зависимостью:

$$n_{\text{нож}} = \frac{\pi \cdot R_{\text{д}}}{(R_{\text{внеш}} - R_{\text{д}})}, \text{ шт. (8)}$$

Полученное дробное значение количества ножей $n_{\text{нож}}$ необходимо округлить до целого значения в меньшую сторону.

Важнейшей задачей при работе батарей ножевых дисков является минимизация энергозатрат на измельчение поверхностного посевного слоя почвы. Это достигается воздействием на почву ножевых рабочих элементов ножевого диска при выполнении условия устойчивого резания со скольжением [15]:

$$\alpha_{\text{н}} < (90^\circ - \varphi), (9)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ - угол резания, град ;

φ - угол внешнего трения лезвия о почву со стерневыми остатками, град .

Рассмотрим процесс резания со скольжением почвы ножевым элементом (рисунок 5). Угол α_H вектора абсолютной скорости v точки «А» определяется положением мгновенного центра скоростей - точкой «О». Причем вектор абсолютной скорости в точке «А» движения лезвия перпендикулярен радиусу, проведенному к этой точке из мгновенного центра скоростей точки «О». Таким образом, можно записать, что $\alpha_H = 180^\circ - 90^\circ - \varepsilon_H$ или $\alpha_H = 90^\circ - \varepsilon_H$ где ε_H - угол между радиусом, проведенным из мгновенного центра скоростей в точку «А», и лезвием ножа ножевого диска.

Следовательно, условие резания со скольжением запишется в виде:

$$90^\circ - \varepsilon_H < 90^\circ - \varphi, \text{ или } \varepsilon_H > \varphi, \quad (10)$$

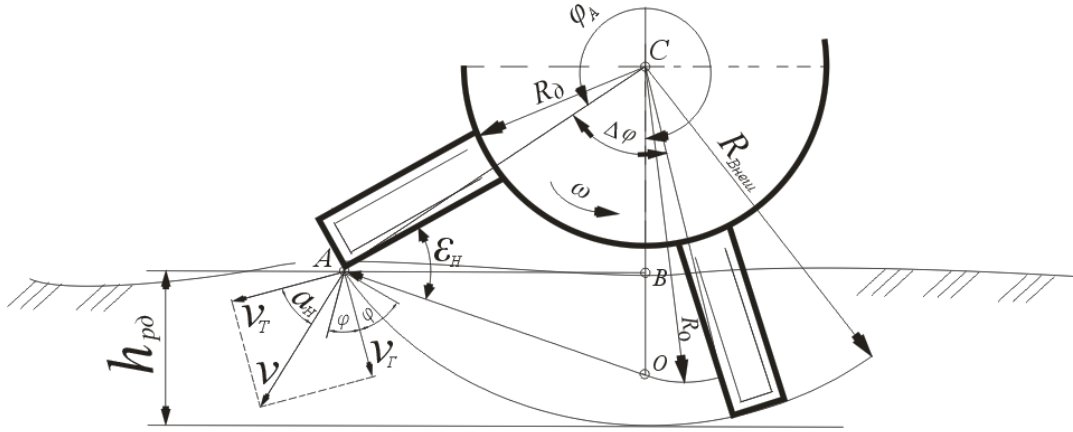


Рис. 5 - Схема к обоснованию элементов ножевого диска

Для определения угла ε_H применив теорему косинусов [16,17] к треугольнику ΔAOC (рисунок 5), выразив угол $\angle CAO$, а также учитывая, что $\angle CAO = \varepsilon_H$, получим:

$$\varepsilon_H = \arccos \left(\frac{AC^2 + AO^2 - CO^2}{2 \cdot AC \cdot AO} \right), \quad (11)$$

где $AC = R_{\text{внеш}}$ - отрезок равный внешнему радиусу диска с ножами, мм;

$CO = R_0$ - отрезок равный расстоянию от оси батареи до мгновенного центра скоростей, мм;

AO - радиус, проведенный из мгновенного центра скоростей «О» к точке «А», мм;

$\angle CAO$ - угол между радиусом, проведенным из мгновенного центра скоростей в точку «А» и радиусом, проведенным из центра ножевого диска в точку «А».

Как известно, условный радиус R_0 определяющий положение мгновенного центра скоростей выражается через кинематический параметр λ соотношением [18,19,20,21]:

$$R_0 = \frac{R_{\text{внеш}}}{\lambda}, \quad (12)$$

Учитывая, что $AO^2 = AB^2 + BO^2$, $AB^2 = AC^2 - BC^2$,

стороны $BO = h_{\text{рд}} - (R_{\text{внеш}} - R_0)$, $BC = R_{\text{внеш}} - R_0$ и $AC = R_{\text{внеш}}$, определим радиус AO :

$$AO^2 = R_{\text{внеш}}^2 - (R_{\text{внеш}} - h_{\text{рд}})^2 + (h_{\text{рд}}(R_{\text{внеш}} - R_0))^2$$

$$\text{или } AO^2 = (h_{\text{рд}} - R_{\text{внеш}} + R_0)^2 + 2h_{\text{рд}} \cdot R_{\text{внеш}} - h_{\text{рд}}^2. \quad (13)$$

Поэтому, учитывая выражение (12), выразим ε_H из зависимости (11):

$$\varepsilon_H = \arccos \left(\frac{h_{\text{рд}} - R_{\text{внеш}}(1 - \lambda)}{\sqrt{R_{\text{внеш}}^2 + R_{\text{внеш}}^2 \cdot \lambda^2 - 2R_{\text{внеш}}^2 \cdot \lambda + 2 \cdot h_{\text{рд}} \cdot R_{\text{внеш}} \cdot \lambda}} \right), \quad (14)$$

Так как из условия резания со скольжением имеем $\varepsilon_H > \varphi$, то с учетом выражения (14), условие устойчивого процесса резания со скольжением примет вид:

$$\varepsilon_H = \arccos \left(\frac{h_{\text{рд}} - R_{\text{внеш}}(1 - \lambda)}{\sqrt{R_{\text{внеш}}^2 + R_{\text{внеш}}^2 \cdot \lambda^2 - 2R_{\text{внеш}}^2 \cdot \lambda + 2 \cdot h_{\text{рд}} \cdot R_{\text{внеш}} \cdot \lambda}} \right) - \varphi, \quad (15)$$

Выполнение данного условия при изготовлении ножа ножевого диска позволит дисковыми батареям устойчиво осуществлять технологический процесс рыхления почвы на заданную глубину.

При необходимости выполнения полосовой обработки почвы в зоне посева шириной 30 см необходимо объединить три таких ротационных рабочих органа в батарее. Общий вид такого рабочего органа показан на рисунке 6.



Рис. 6 - Общий вид ротационного почвообрабатывающего рабочего органа с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами

Для одновременного выравнивания и уплотнения почвы в зоне посева культур следом за ротационными рабочими органами устанавливается планчатый каток. В этом случае завершается полностью формирование профиля обрабатываемой полосы почвы и ее обработка.

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат обеспечивает в зоне посева бахчевых культур на глубине 0...10 см наличие почвенных фракций размеров 25 мм не менее 80 % и плотность почвы в зоне посева 1,1 до 1,2 г/см³, что обеспечивает выполнение агротехнических требований.

Выводы. Применение устройство из диска с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами для полосовой обработки почвы под бахчевые культуры позволяет снизить энергозатраты, качественно проводить предпосевные работы, обеспечивая сохранение влаги в почве и высокое качество выполнения технологических операций.

Библиография

1. Литвинов С.С., Быковский Ю.А. Бахчеводство: стратегия и перспективы развития // Картофель и овощи. Москва, 2013. № 5. С. 2-6.
2. Ashworth Suzanne. Seed to Seed: Seed Saving and Growing Techniques for the Vegetable Gardener. Chelsea Green Publishing, 2019. 97 pp.
3. Rubaiyat Sharmin Sultana, Md. Mahabubur Rahman. Melon crops Improvement through biotechnological techniques for the changing climatic conditions of the 21st century. International Journal of Genetics and Genomics. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 30-41.
4. Абезин В.Г. Технология и средства механизации посева бахчевых культур // Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий. Волгоград, 2001. 103 с. Деп. в ВИНТИ 20.09.01.- №2007-В 2001.
5. Пат. № 188560 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. Устройство для обработки почвы под посев бахчевых культур/ Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, А.А. Манохина, Д.Ш. Чуянов, И.И. Исмаилов// опубл. 16.04.2019, Бюл. № 11.

6. Алдошин Н.В. Разработка технологии подготовки почвы к посеву бахчевых культур // Алдошин Н.В., Исмаилов И.И. Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». №6(88), 2018. с.17...23. ISSN 1728-7936.
7. СТО АИСТ 4.2-2004 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной и мелкой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. М.: Минсельхоз России, 2004. 36 с
8. Nikolay Aldoshin, Farmon Mamatov, Ibrat Ismailov, Gayrat Ergashov. Development of combined tillage tool for melon // Latvia: 19th International Scientific Conference Engineering For Rural Development Proceedings, 2020. 767–772 pp.
9. Алдошин Н.В. Агрегат для подготовки почвы под бахчевые культуры //Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Исмаилов И.И., Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Санкт-Петербург, 2020. Ежеквартальный научный журнал № 2 (59) С.141-146.– ISSN 2078–1318
10. Золотарев, С.А. Обоснование технологического процесса и параметров плуга для гладкой вспашки: Дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2005. – 225 с
11. Эргашев И.Т. Механико-технологические основы технологии и технических средств для гладкой безбороздной вспашки: Автореф. дисс. ...док.тех.наук. Янгиюль, 2003. 41 с.
12. Нуриддинов А. Приспособление к плугу // Ўзбекистон кишлок хўжалиги журнали. Тошкент, 2005. № 12. Б. 30.
13. Чайчиц Н.В. О движении ротационных звёздочек в слое почвы // Труды Белорусской с-х академии. Т.54. Минск, 2002. 93-108 с.
14. Савельев Ю.А. Обоснование конструктивно-технологических параметров комбинированного рабочего органа для рыхления уплотненной почвы / Ю.А. Савельев, М.Р. Фатхутдинов, Ю.М. Добрынин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2009. №1. С. 52-54.
15. Утепбергенов, Б.К. Обоснование параметров выравнивающего рабочего органа рыхлителя-выравнивателя: Дис...канд. техн. наук. Янгиюль, 2001. 147 с.
16. Шейн Е.В. Курс физики почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
17. Путрин А.С., Основы проектирования рабочих органов для рыхления почв, находящихся за пределами физически спелого состояния: Автореф. дис... д-ра тех. наук: 05.20.01 / А.С. Путрин. Оренбург: 2003. 44 с.
18. Жук А.Ф. Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы: научно-аналитический обзор / А.Ф. Жук, Е.Л. Ревякин. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 156 с
19. Юнусов Г.С. Агрегат для подготовки почвы под посев // Техника в сельском хозяйстве. № 4. 2005. С. 42 – 43.
20. Bakhadir Mirzaev, Farmon Mamatov Nikolay Aldoshin, Mansur Amonov. Anti-erosion two-stage tillage by ripper// Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019 – Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering,. 391-395 pp. – ISBN 978-80-213-2953-9.
21. Пронин В.В. Механико-технологическое обоснование комбинированного рабочего органа для мелкой обработки почвы: Автореф. дис... канд. тех. наук: 05.20.01 /В.В. Пронин. Пенза: 2007. 20 с.

References

1. Litvinov, S.S., Bykovskiy, YU.A. Bakhchevodstvo: strategiya i perspektivy razvitiya [Melon growing: strategy and development prospects] // Potatoes and vegetables. - Moscow, 2013. - No. 5. - pp. 2-6.
2. Ashworth Suzanne. Seed to Seed: Seed Saving and Growing Techniques for the Vegetable Gardener [Semya v semya: metody sokhraneniya i vyrashchivaniya semyan dlya ovoshchevoda] Chelsea Green Publishing, 2019. 97 pp.
3. Rubaiyat Sharmin Sultana, Md. Mahabubur Rahman. Melon crops Improvement through biotechnological techniques for the changing climatic conditions of the 21st century [Uluchsheniye posevov dyni s pomoshch'yu biotekhnologicheskikh metodov dlya menyayushchikhsya klimaticheskikh usloviy 21 veka]. International Journal of Genetics and Genomics. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 30-41.
4. Abezin, V.G. Tekhnologiya i sredstva mekhanizatsii poseva bakhchevykh kul'tur [Technology and means of mechanization of sowing melon crops]// Povolzhsky Research Institute of Ecological and Reclamation Technologies. Volgograd, 2001.103 p. Dep. in VINITI 20.09.01.- No. 2007-B 2001.
5. Pat. № 188560 Russian Federation, IPC A01B 49/02. Ustroystvo dlya obrabotki pochvy pod posev bakhchevykh kul'tur [A device for tillage for sowing melons and gourds] / N.V. Aldoshin, F.M. Mamatov, A.A. Manokhina, D.Sh. Chuyanov, I.I. Ismailov // publ. 04/16/2019, Bul. No. 11.
6. Aldoshin, N.V. Razrabotka tekhnologii podgotovki pochvy k posevu bakhchevykh kul'tur [Development of soil preparation technology for sowing melons] // Aldoshin N.V., Ismailov I.I. Bulletin FGOU VPO Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkina. - No. 6 (88), 2018, pp.17 ... 23. –ISSN 1728-7936.
7. СТО АИСТ 4.2-2004 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной и мелкой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей [Tests of agricultural machinery. Machines and implements for surface and shallow tillage. Methods for assessing functional indicators] - М.: Ministry of Agriculture of Russia, 2004. -- 36 p.
8. Nikolay Aldoshin, Farmon Mamatov, Ibrat Ismailov, Gayrat Ergashov. Development of combined tillage tool for melon cultivation [Razrabotka kombinirovannogo pochvoobrabatyvayushchego agregata dlya

vyrashchivaniya dyni] // Latvia: 19th International Scientific Conference Engineering For Rural Development Proceedings, 2020. 767–772 pp.

9. Aldoshin, N.V. Agregat dlya podgotovki pochvy pod bakhchevyye kultury [A unit for soil preparation for melons] // Aldoshin N.V., Mamatov F.M., Ismailov I.I., Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University - St. Petersburg, 2020. Quarterly scientific journal No. 2 (59) С .141-146.– ISSN 2078-1318

10. Zolotarev, S.A. Obosnovaniye tekhnologicheskogo protsessa i parametrov pluga dlya gladkoy vspashki [Justification of the technological process and parameters of the plow for smooth plowing] Diss. ... Cand. tech. sciences. - M., 2005. -- 225 p.

11. Ergashev, I.T. Mekhaniko-tekhnologicheskiye osnovy tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya gladkoy bezborozdnoy vspashki [Mechanical and technological foundations of technology and technical means for smooth furless plowing]: Author's abstract. diss. ... doc. of technical sciences. - Yangiyul, 2003. -- 41 p.

12. Nuriddinov, A. Prispobleniye k plugu [Adaptation to the plow] // Journal of Agriculture of Uzbekistan. - Tashkent, 2005. – № 12. - B. 30.

13. Chaychits, N.V. O dvizhenii rotatsionnykh zvozdochek v sloye pochvy [On the motion of rotary stars in the soil layer] // Proceedings of the Belarusian Agricultural Academy. - T. 54.- Minsk, 2002. -93-108 p.

14. Savel'yev, YU.A. Obosnovaniye konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov kombinirovannogo rabocheho organa dlya rykhleniya uplotnennoy pochvy [Justification of the design and technological parameters of the combined working body for loosening the compacted soil] / Yu.A. Saveliev, M.R. Fatkhutdinov, Yu.M. Dobrynin // Bulletin of the Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilov. - Saratov, 2009. - No. 1. - S.52-54.

15. Utebergenov, B.K. Obosnovaniye parametrov vyravnivayushchego rabocheho organa rykhlyatelya-vyravnivatelya [Substantiation of the parameters of the leveling working body of the ripper-leveler]: Dis Candidate of Technical Sciences. - Yangiyul, 2001.-147 b.

16. Shein, Ye.V. Kurs fiziki pochv [Soil Physics Course]: Textbook. - M.: Publishing house of Moscow State University, 2005. - 432 p.

17. Putrin, A.S., Osnovy proyektirovaniya rabochikh organov dlya rykhleniya pochv, nakhodyashchikhsya za predelami fizicheskoi speloego sostoyaniya [Fundamentals of the design of working bodies for loosening soils outside the physically ripe state]: Author's abstract. dis ... dr tech. Sciences: 05.20.01 / A.S. Putrin. - Orenburg: 2 0 0 3.-44 p.

18. Zhuk, A.F. Razvitiye mashin dlya minimal'noy i nulevoy obrabotki pochvy: nauchno-analiticheskiy obzor [Development of machines for minimal and zero tillage: scientific and analytical review] / A.F. Zhuk, E.L. Revyakin. - M.: FGUN "Rosinformagrotech", 2007. - 156 p.

19. Yunusov, G.S. Agregat dlya podgotovki pochvy pod posev [The unit for preparing the soil for sowing] // Technics in agriculture. - Moscow; No. 4. - 2005. - 42 - 43 p.

20. Bakhadir Mirzaev, Farmon Mamatov Nikolay Aldoshin, Mansur Amonov. Anti-erosion two-stage tillage by ripper [Dvukhstupenchataya protiverozionnaya obrabotka pochvy rykhlytelem]// Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019 – Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering,. 391-395 pr. – ISBN 978-80-213-2953-9.

21. Pronin V.V., Mekhaniko-tekhnologicheskoye obosnovaniye kombinirovannogo rabocheho organa dlya melkoy obrabotki pochvy [Mechanical and technological substantiation of a combined working body for shallow tillage]: Author's abstract. dis ... cand. those. Sciences: 05.20.01 / V.V. Pronin. - Penza: 2007.- 20 p.

Сведения об авторах

Алдосин Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская 57, г. Москва, Российская Федерация, тел. +7-903-9717327, E-mail: naldoshin@yandex.ru

Исмаилов Ибрат Ильхомович, инженер, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская 57, г. Москва, Российская Федерация, тел. +7-926-4923895, E-mail: ismailov.ibrat85@mail.ru

Information about authors

Aldoshin Nikolay Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "Agricultural Machines", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian Timiryazev State Agrarian University», Timiryazevskaya str. 57, Moscow, Russian Federation, tel. +7-903-9717327, E-mail: naldoshin@yandex.ru

Ismailov Ibrat Ilhomovich, engineer, graduate student, of the Department "Agricultural Machines", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education @Russian Timiryazev State Agrarian University», Timiryazevskaya str. 57, Moscow, Russian Federation, tel. +7-926-4923895, E-mail: ismailov.ibrat85@mail.ru

И.Ш. Бережная

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Аннотация. В оборудовании для производства и переработки молока широко применяются детали, изготовленные из нержавеющей стали, от состояния которых зависит работоспособность оборудования, а это, в свою очередь, влияет на качество готовой продукции. Интенсивность формирования поверхностного слоя при электроискровой обработке в первую очередь зависит от величины энергии разряда и среднего тока источника импульсов. Изменение данных параметров непосредственно влияет на толщину слоя, его микротвердость, пористость, шероховатость, толщину переходного слоя. К основным недостаткам электроискровой обработки необходимо отнести низкую производительность, ограниченную толщину наращивания и недостаточную изученность применения такого метода к восстановлению цилиндрических деталей из нержавеющей стали электродами из нержавеющей стали. Анализ известных исследований подтвердил, что электроискровая обработка является наиболее перспективной для восстановления и упрочнения деталей, но из-за малоизученности данной технологии она так и не получила широкого распространения. Поэтому разработка технологии электроискрового восстановления нержавеющей стали с помощью электродов из нержавеющей стали, с назначением точных режимов работы является актуальной задачей. Электроискровое наращивание проводилось на заготовках цилиндрической формы, а в качестве инструмента для наращивания были выбраны электроды, рекомендованные для электроискровой обработки при восстановлении цилиндрических деталей, работающих в перерабатывающем оборудовании и имеющие непосредственный контакт с пищевыми продуктами. В результате последовательного перебора режимов были определены наиболее подходящие для последующей обработки. Данные режимы могут применяться для назначения параметров восстановления деталей электроискровым способом. Это позволит наносить покрытия из нержавеющей стали на цилиндрические детали из нержавеющей стали.

Ключевые слова: нержавеющие стали, электрод, электрический режим, площадь поперечного сечения.

EXPERIMENTAL TESTING OF ELECTRIC SPARK TREATMENT MODES FOR STAINLESS STEELS

Abstract. In the equipment for the production and processing of milk, parts made of stainless steel are widely used, the condition of which determines the performance of the equipment, and this in turn affects the quality of the finished product. The intensity of the surface layer formation closely with electric spark treatment depends on the value of the discharge energy and the average current of the pulse source. Changes in these parameters directly affect the layer thickness, microhardness, porosity, roughness, and thickness of the transition layer. The main disadvantages of electric spark processing include low productivity, limited thickness of the build-up and insufficient knowledge of the application of this method to the restoration of cylindrical parts made of stainless steel with stainless steel electrodes. Analysis of well-known studies has confirmed that electric spark treatment is the most promising for restoring and strengthening parts, but due to the lack of knowledge of this technology, it has not been widely used. Therefore, the development of technology for electric spark recovery of stainless steels using stainless steel electrodes, with the appointment of precise operating modes is an urgent task. Electric spark build-up was carried out on cylindrical workpieces, and electrodes were used as a tool for building up, which are recommended for electric spark processing when restoring cylindrical parts that work in processing equipment and have direct contact with food. As a result of a sequential search of modes, the most suitable ones for subsequent processing were determined. These modes can be used to assign parameters for restoring parts using the electric spark method. This will allow you to apply coatings of stainless steel on a cylindrical part made of stainless steel.

Keywords: stainless steel, electrode, electric mode, cross-sectional area.

Введение. Повышение производительности процесса переработки сельскохозяйственной продукции и снижение ее себестоимости напрямую связаны с надежной и бесперебойной работой технологического оборудования.

В оборудовании для производства и переработки молока широко применяются детали, изготовленные из нержавеющей стали, от состояния которых зависит работоспособность оборудования, а это, в свою очередь, влияет на качество готовой продукции.

Детали из нержавеющей стали, наиболее подверженные износу, часто имеют цилиндрическую форму. Изнашивание таких деталей проявляется в потере правильной геометрической цилиндрической формы, изменении геометрических размеров в продольных и поперечных сечениях. Данные отказы приводят к снижению качества производимого продукта и падению производительности технологической линии в целом [1].

Электроискровая обработка является наиболее перспективным, простым и доступным для малооснащенных мастерских хозяйств способом восстановления и упрочнения деталей соединений машин. При электроискровой обработке используется явление электрической эрозии (разрушения) и переноса металла инструмента (анода) на деталь (катод) при прохождении электрических разрядов в газовой среде.

Интенсивность формирования поверхностного слоя вплотную зависит от величины энергии разряда и среднего тока источника импульсов. Изменение данных параметров непосредственно влияет на толщину слоя, его микротвердость, пористость, шероховатость, толщину переходного слоя.

Электроискровая обработка заключается в легировании поверхностного слоя металла детали материалом электрода - инструмента. В результате высоких температур, химических реакций легирующего металла с диссоциированным атомарным азотом и углеродом воздуха, а также с материалом детали в поверхностных слоях, образуются закалочные структуры и сложные химические соединения (высокодисперсные нитриды, карбонитриды, карбиды), возникает диффузионный износостойкий упрочненный слой. Нарощенно-упрочненный слой имеет высокую микротвердость и износостойкость. Механические характеристики нанесенного слоя зависят от материала электрода [2].

К основным недостаткам электроискровой обработки необходимо отнести низкую производительность (до 4 см²/мин), ограниченную толщину наращивания и недостаточную изученность применения такого метода к восстановлению цилиндрических деталей из нержавеющей стали электродами из нержавеющей стали.

Анализ исследований по теме. В работах Фархшатов М.Н., Зайнулина А.А., Серова А.В. [3,4,5] было выявлено, что в общем объеме изнашиваемых деталей большую часть занимают цилиндрические поверхности. Многие из них представляют сопряжение «вал - втулка». При этом выбраковке подлежат детали со сравнительно небольшим износом рабочей поверхности. Общий износ по массе детали составляет около 1%, а в совокупности с дороговизной материала для изготовления таких деталей экономически целесообразнее будет проводить восстановление изношенной поверхности вместо изготовления новой детали.

Исследования формирования износа рабочих поверхностей цилиндрических деталей из нержавеющей стали, применяемых в оборудовании перерабатывающих предприятий показали, что детали из коррозионностойких сталей, работающие при небольших контактных нагрузках, имеющие износ до 0,55 мм, рекомендуется восстанавливать комбинированной технологией, например, электроискровым наращиванием с последующим электромеханическим упрочнением [6].

В исследованиях Величко С.А. [7] подтверждается актуальность проблемы восстановления деталей машин, а также отмечается преимущество восстановления электроискровым способом. В его работах описано влияние толщины электрода и времени обработки на толщину покрытия, но не учтен процесс нанесения на нержавеющую сталь покрытия из нержавеющей стали.

В работах Кузнецова И.С. [8] справедливо утверждается, что электроискровая обработка является наиболее перспективной для восстановления и упрочнения деталей, но из-за малоизученности данной технологии она так и не получила широкого распространения. Также в его работах подробно описывается применение электродов из хромоникелевых сплавов, но без учета применения таких электродов на деталях, изготовленных из нержавеющей стали.

Поэтому разработка технологии электроискрового восстановления нержавеющей стали с помощью электродов из нержавеющей стали с назначением точных режимов работы является актуальной задачей.

Цель и задачи. Цель настоящей работы – выбор возможных режимов для электроискровой обработки цилиндрических деталей из нержавеющей стали электродами из нержавеющей стали.

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- 1) проанализировать известные способы электроискровой обработки;

2) экспериментально подобрать режимы электроискровой обработки.

Результаты исследований. Электроискровое наращивание проводилось на заготовках цилиндрической формы диаметром 45 мм и длиной не более 50 мм, изготовленных из стали 40X13. В качестве инструмента для наращивания были выбраны электроды марок ОК61.30(308L-17) и AG E 308L-16.

Данные электроды рекомендуется применять для электроискровой обработки в результате анализа [9] по десяти признакам химического, прочностного и технологического критериев для восстановления цилиндрических деталей из стали 40X13, работающих в перерабатывающем оборудовании и имеющих непосредственный контакт с пищевыми продуктами.

На основании критериального подхода рациональность оценивалась с помощью критериев:

1) химического – характеризующего химический состав наплавленного слоя и обеспечивающего не только коррозионную стойкость, но и гигиенические требования, для данного критерия можно выделить четыре признака:

- процентное содержание хрома, являющееся основным для восстанавливаемой детали;
- примеси (кремний, марганец, и никель), которые положительно влияют на коррозионную устойчивость материала;
- примеси (например, молибден, никель, иобий и т.п.), наличие которых допускают единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к материалам и изделиям, изготовленным из металлов, синтетических и других материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами;

2) прочностного – характеризующего прочностные характеристики наплавленного слоя и обеспечивающего долговечность и сопротивляемость износу нанесенного слоя, данный критерий можно разделить на четыре признака:

- предел текучести – характеризует напряжение, при котором деформации продолжают расти без увеличения нагрузки;
- предел прочности – характеристику материала, указывающую величину механических напряжений, соответствующую разрыву при испытаниях на растяжение;
- относительное удлинение – характеризует пластичность материала;
- ударная вязкость – характеризует способность сопротивляться хрупкому разрушению;

3) технологического – характеризующего применимость электродов к данному виду восстановления и обеспечивающего простоту и скорость обработки, из которого можно выделить два признака:

- коэффициент наплавки – показывает допускаемое количество расплавленного металла электрода, который пошел непосредственно на формирование шва, без потерь, в зависимости от пропущенного через дугу тока за единицу времени;
- усредненное значение силы тока при сварке – определяет характер шва и продуктивность обработки в общем.

В результате анализа электродов по всем вышеуказанным признакам был выбран наиболее подходящий электрод и электроды-заменители. Для дальнейшей экспериментальной обработки режимов оборудования было принято решение выбрать наиболее подходящий электрод и один электрод - аналог. Основные параметры выбранных электродов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Марки электродов

№ п/п	Электрод	Материал	Диаметр, мм	Покрытие электродов
1	ОК 61.30 / 308L-17	04X20H9	1,6	рутилово-кислый
2			2	
3	AG E 308L-16	Э02X20H10Г2	2	рутилово-основное
4			3,2	

Электроискровое наращивание производилось на оборудовании БИГ-4. Установка «БИГ-4» состоит из следующих элементов [10]:

- генератора, предназначенного для создания рабочих импульсов тока и питания электромагнитного вибровозбудителя;
- вибровозбудителя, коммутирующего разрядную цепь генератора вибрирующим электродом;
- соединительных кабелей.

Основные технические характеристики установки «БИГ-4» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики установки «БИГ-4»

Наименование параметра	Значения параметров
Потребляемая мощность, кВА	0,5
Напряжение питающей сети, В ($\pm 10\%$) при частоте 50(± 1) Гц	220
Частота вибрации электрода, Гц	600
Энергия импульсов, Дж	0,045–5,0
Частота импульсов, Гц	12–3000
Рабочий ток, А	0,5–8
Количество электрических режимов	35
Габаритные размеры (мм):	
– генератора	170×250×430
– вибровозбудителя (без кабеля)	150×90×45
Масса (кг), не более:	
- генератора,	14
- вибровозбудителя (без кабеля)	0,25

Установка «БИГ-4» позволяет регулировать качественные характеристики (толщина наносимого покрытия, микротвердость, параметры рельефа поверхности и др.), с помощью изменения электрического режима. Всего может быть реализовано 35 режимов с широким диапазоном энергии единичного разряда – от 0,045 до 5 Дж (таблица 3).

Параметры электрического режима устанавливаются «режимом» и «коэффициентом энергии». Изменение значения «коэффициента энергии» отражается на изменении частоты импульсов, при этом наиболее высокие значения частоты (600 ... 3000 Гц) реализуются на 1-м режиме генератора, а наиболее низкие значения (12 ... 60 Гц) – на его 7-м режиме.

Дополнительно в процессе работы может плавно регулироваться амплитуда. Диапазон регулирования составляет 0-0,2 мм. При малой амплитуде вибрации может иметь место прилипание электрода к обрабатываемому изделию, и процесс обработки будет протекать нестабильно. Это часто наблюдается при использовании электродов, имеющих химическое сходство с материалом изделия, например, при обработке стальным электродом стального изделия. В этом случае необходимо, изменяя амплитуду вибрации, выбрать такое ее минимальное значение, при котором процесс обработки будет устойчивым, без залипания электрода. Кроме того, обработка с малой амплитудой вибрации предпочтительна для обеспечения комфортности работы на установке. При этом воздействие вибрации на руку оператора минимально.

Выбор электрического режима электроискровой обработки выполняется с учетом того, что с ужесточением энергетических характеристик режима толщина нанесенного слоя покрытия и удельный прирост массы образца увеличиваются. Шероховатость покрытия также возрастает (по параметру R_{\max} приблизительно равна толщине нанесенного слоя).

Таблица 3 - Энергетические параметры режимов установки «БИГ-4»

Вариант	Режим	Коэффициент энергии	Амплитудный ток, А ($\pm 20\%$)	Длительность импульса, мкс ($\pm 20\%$)	Частота импульса, Гц ($\pm 20\%$)	Энергия импульса, Дж
1	1	0,2	125	20	600	0,045
2		0,4			1200	
3		0,6			1800	
4		0,8			2400	
5		1,0			3000	
6	2	0,2	125	40	300	0,09
7		0,4			600	
8		0,6			900	
9		0,8			1200	
10		1,0			1500	
11	3	0,2	200	80	150	0,29
12		0,4			300	
13		0,6			450	
14		0,8			600	
15		1,0			750	
16	4	0,2	200	170	84	0,61
17		0,4			168	
18		0,6			252	
19		0,8			336	
20		1,0			420	
21	5	0,2	200	350	44	1,26
22		0,4			88	
23		0,6			132	
24		0,8			176	
25		1,0			220	
26	6	0,2	200	700	24	2,52
27		0,4			48	
28		0,6			72	
29		0,8			96	
30		1,0			120	
31	7	0,2	200	1400	12	5,0
32		0,4			24	
33		0,6			36	
34		0,8			48	
35		1,0			60	

Площадь поперечного сечения электрода оказывает существенное влияние на процесс формирования покрытия и его качество. Это связано с изменением плотности проходящего через электрод импульсного технологического тока в зависимости от площади его поперечного сечения, а также изменением температурного режима работы электрода. Рекомендуемые значения площади поперечного сечения электродов из твердых сплавов типа ТК, ВК сведены в таблицу 4.

Таблица 4 - Рекомендуемые значения площади поперечного сечения электродов для установки «БИГ-4»

Вариант (см. таблицу 3)	Энергия импульсов, Дж	Площадь сечения, мм ²
1 – 5	0,045	4 – 8
6 – 10	0,09	8 – 10
11 – 15	0,29	10 – 12
16 – 20	0,61	12 – 15
21 – 25	1,26	15 – 20
26 – 30	2,52	25 – 30
31 – 35	5,00	30 – 40

Для предварительного выбора режимов работы рассчитаем площади поперечного сечения выбранных нами электродов (таблица 1) по формуле:

$$S = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2,$$

где S – площадь поперечного сечения, d – диаметр электрода.

В результате расчета площади поперечных сечений равны $S_1=2 \text{ мм}^2$, $S_2=S_3=3,1 \text{ мм}^2$, $S_4=8 \text{ мм}^2$.

Из расчета можно сделать вывод, что для работы данными электродами рекомендуется применять варианты 1-5 (таблица 4), что соответствует режиму 1 (таблица 3) с коэффициентом энергии от 0,2 до 1,0 включительно.

В процессе эксперимента выяснилось, что для электродов на основе хромоникелевых сплавов данные режимы не подходят, так как нет устойчивой дуги, перенос материала происходит точечно или практически отсутствует. Поэтому для окончательного выбора режимов было принято решение путем последовательного перебора режимов определить наиболее подходящие для последующей обработки. Результаты эксперимента сведены в таблицу 5, где штриховкой выделены режимы, наиболее подходящие для обработки образцов из стали 40X13.

Таблица 5 - Энергетические параметры режимов установки «БИГ-4»

Варианты	Режим	Коэффициент энергии	Электроды			
			№2	№3	№1	№4
1	1	0,2	-	x	x	x
2		0,4	x	x	x	x
3		0,6	-	x	x	-
4		0,8	x	x	x	x
5		1,0	-	x	x	x
6	2	0,2	-	x	x	x
7		0,4	x	x	x	x
8		0,6	-	-	++	-
9		0,8	x	x	*	x
10		1,0	-	-	+	x
11	3	0,2	+	x	-	x
12		0,4	*	x	x	x
13		0,6	+	+	-	+
14		0,8	*	+	x	*
15		1,0	++	+-	x	++
16	4	0,2	-	x	x	+
17		0,4	x	x	x	*
18		0,6	-	x	x	+
19		0,8	x	x	x	-
20		1,0	-	x	x	-
21	5	0,2	x	x	x	-
22		0,4	x	x	x	x
23		0,6	x	x	x	x
24		0,8	x	x	x	x
25		1,0	x	x	x	x

Для оценки результата эксперимента были назначены следующие критерии визуальной оценки:

- 1) устойчивость дуги между деталью и электродом (устойчиво, неустойчиво);
- 2) наличие или отсутствие прилипания электрода;
- 3) равномерность нанесения слоя по площади поверхности (равномерное, неравномерное, точечное);
- 4) скорость обработки (высокая, средняя, низкая).

В таблице 4 закодированы следующие условные обозначения:

«++» – устойчиво горит дуга, электрод не прилипает, равномерное нанесение слоя по площади, высокая скорость обработки;

«+» – устойчиво горит дуга, электрод не прилипает, равномерное нанесение слоя по площади, средняя скорость обработки;

«+-» – неустойчиво горит дуга, электрод не прилипает, неравномерное нанесение слоя по площади, низкая скорость обработки;

«-» – неустойчиво горит дуга, электрод прилипает, точечное нанесение по площади, неудовлетворительная обработка (отсутствие);

«х» – предположительно отрицательный результат обработки;

«*» – предположительно положительный результат обработки.

Выводы. Оценивая принятые обозначения, можно сделать вывод, что электроды диаметром 2 мм при применении параметров, соответствующих режиму 3 показывают наилучший результат. Следовательно, для таких электродов амплитудный ток должен быть равен 200 А, длительность импульса – 80 мкс, частота импульса должна быть в пределах от 150 до 750 Гц, а энергия импульса равна 0,29 Дж.

Если диаметр электрода будет увеличен, например до 3,2 мм, то амплитудный ток также должен быть равен 200 А, длительность импульса может быть увеличена с 80 до 170 мкс, при этом частота импульса при длительности 80 мкс должна быть не менее 450 Гц, а при увеличении длительности до 170 мкс – не более 252 Гц. Энергия импульса при этом должна быть равна 0,29 или 0,61 Дж. Такие параметры соответствуют режиму 3 с коэффициентом энергии не менее 0,6 или режиму 4 с коэффициентом энергии не более 0,6.

При уменьшении диаметра электрода, например до 1,6 мм амплитудный ток должен быть уменьшен до 125 А, при этом длительность импульса также сокращается до 40 мкс, а частота импульса должна быть не менее 900 Гц, но не более 1500 Гц. Энергия импульса при этом должна быть равна 0,09 Дж. Такие параметры соответствуют режиму 2 с коэффициентом энергии не менее 0,6.

Библиография

1. Водолазская, Н.В., Минасян А.Г., Шарая О.А. К вопросу повышения эксплуатационной надежности некоторых видов промышленного оборудования // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. 2017. № 1(40). С. 48–53.

2. Pastukhov A.G., Sharay O.A., Berezhnaya I.Sh. Assessment of wear of a work face of a plunger of a homogenizer of milk / A.G. Pastukhov, // Development directions of tractors and renewable energy resources: сборник статей XXII Scientific meeting, 4 декабря 2015 г. / Faculty of Agriculture Novi Sad. Сербия, 2015. С 6-11

3. Фархшатов М.Н. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования электроконтактной приваркой коррозионностойких и износостойких материалов : диссертация ... доктора технических наук : 05.20.03 Уфа, 2007 527 с., Библиогр.: с. 435-469 РГБ ОД, 71:07-5/486

4. Зайнуллин А.А. Повышение эффективности восстановления валов сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой стальных проволок путем совершенствования технологии и оборудования : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.03 - Уфа, 2013.- 169 с.: ил. РГБ ОД, 61 14-5/275

5. Серов А.В. Совершенствование технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой металлической ленты : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.03 - Москва, 2011.- 209 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/26

6. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Бережная И.Ш., Жуков Е.М. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т.124. № - 1. С. 130-137

7. Величко С.А. Разработка высокоэффективных технологий ремонта агрегатов навесных гидросистем тракторов с применением метода электроискровой обработки: диссертация ... доктора Технические наук: 05.20.03 [Место защиты: ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»], 2018. 480 с.

8. Кузнецов И.С. Электроискровая технология упрочнения деталей режущего аппарата жаток электродами из аморфных и нанокристаллических сплавов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.03 Саранск, 2013. 16 с.

9. Пастухов А.Г., Бережная И.Ш. Методика и результаты критериальной оценки инструмента электроискрового наращивания // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 67-78.

10. Соловьев С.А., Иванов В.И., Величко С.А., Костюков А.Ю., Раков Н.В., Задорожний Р.Н. Стандарт организации. Методические указания по применению электроискровой установки «БИГ-4». / СТО ГОСНИТИ 2.001-2014. М.- 2014. Тип. ОАО «Рузаевский печатник». - 48 с.

References

1. Vodolazskaya N.V., Minasyan A.G., Sharaya O.A. K voprosu povysheniya ekspluatatsionnoj nadezhnosti nekotoryh vidov promyshlennogo oborudovaniya [On the issue of improving the operational reliability of some types of industrial equipment] // Visnik Donbas'koï derzhavnoi mashinobudivnoi akademii. 2017. № 1(40). S. 48–53.
2. Pastukhov A.G. Assessment of wear of a work face of a plunger of a homogenizer of milk / A.G. Pastukhov, O.A. Sharay, I.Sh. Berezhnaya // Development directions of tractors and renewable energy resources: sbornik statej XIII Scientific meeting, 4 dekabrya 2015 g. / Faculty of Agriculture Novi Sad – Serbiya, 2015. P. 6-11
3. Farhshatov M.N. Resursosberegayushchie tekhnologii vosstanovleniya detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki i oborudovaniya elektrokontaktnoj privarkoj korrozionnostojkij i iznosostojkij materialov [Resource-saving technologies of restoration of parts of agricultural machinery and equipment for electric welding corrosion-resistant and wear-resistant materials]: dissertaciya ... doktora tekhnicheskijh nauk : 05.20.03 Ufa, 2007 527 s., Bibliogr.: s. 435-469 RGB OD, 71:07-5/486
4. Zajnullin A.A. Povyszenie effektivnosti vosstanovleniya valov sel'skohozyajstvennoj tekhniki elektrokontaktnoj privarkoj stal'nyh provolok putem sovershenstvovaniya tekhnologii i oborudovaniya [Increase of efficiency of restoration of shafts of agricultural machinery electrocontact welding steel wire by improving technology and equipment]: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskijh nauk : 05.20.03 - Ufa, 2013.- 169 s.: il. RGB OD, 61 14-5/275
5. Serov A.V. Sovershenstvovanie tekhnologii vosstanovleniya detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki elektrokontaktnoj privarkoj metallicheskoj lenty [Improvement of technology of restoration of details of agricultural machinery electrocontact welding metal belt]: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskijh nauk : 05.20.03 - Moskva, 2011. 209 s.: il. RGB OD, 61 12-5/26
6. Pastuhov A.G., SHaraya O.A., Berezhnaya I.SH., ZHukov E.M. Ocenka iznosa rabochej poverhnosti plunzhera gomogenizatora moloka [Evaluation of wear of the working surface of the plunger of a milk homogenizer] // Trudy GOSNITI. 2016. T.124. № 1. S. 130-137
7. Velichko S.A. Razrabotka vysokoeffektivnyh tekhnologij remonta agregatov navesnyh gidrosistem traktorov s primeneniem metoda elektroiskrovoj obrabotki [Development of high-performance technologies for repair of tractor mounted hydraulic system units using the method of electric spark treatment]: dissertaciya ... doktora Tekhnicheskijh nauk: 05.20.03 [Mesto zashchity: FGBOU VO «Nacional'nyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogaryova»], 2018. 480 s.
8. Kuznetcov I.S. Elektroiskrovaya tekhnologiya uprochneniya detalej rezhushchego apparata zhatok elektrodami iz amorfnyh i nanokristallicheskih splavov [Electrospark technology of hardening of parts of the Reaper cutting apparatus with electrodes made of amorphous and nanocrystalline alloys]: avtoreferat dis. ... kandidata tekhnicheskijh nauk: 05.20.03 Saransk, 2013. 16 s.
9. Pastuhov A.G., Berezhnaya I.SH. Metodika i rezul'taty kriterial'noj ocenki instrumenta elektroiskrovogo narashchivaniya [Methodology and results of the criterion evaluation of the electrospark extension tool] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 2 (22). S. 67-78.
10. Solov'ev S.A., Ivanov V.I., Velichko S.A., Kostyukov A.YU., Rakov N.V., Zadorozhnyj R.N. Standart organizacii. Metodicheskie ukazaniya po primeneniyu elektroiskrovoj ustanovki «BIG-4» [Standard of organization. Guidelines for the use of electric spark installation «BIG-4»]. / STO GOSNITI 2.001-2014. M. 2014. Tip. OAO «Ruzaevskij pechatnik». 48 s.

Сведения об авторах

Бережная Ирина Шамилиевна, старший преподаватель кафедры технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, berejnaya_i@bsaa.edu.ru.

Information about authors

Berezhnaya Irina Shamiliyevna, senior lecturer of the Department of technical mechanics and construction of machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, berejnaya_i@bsaa.edu.ru.

С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, Широков М.С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОРАЩИВАНИЮ СЕМЯН СОИ НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ

Аннотация. В условиях высокой экономической конкуренции сельхозпроизводители стремятся выпускать большие объемы продукции животноводства при сохранении низкой стоимости кормов. При этом используемые корма должны быть сбалансированными, содержать необходимые компоненты для нормального роста и развития животных. Наиболее простым способом повышения витаминной ценности корма является добавление в корм пророщенного зерна, например, сои. На убранном зерне находится большое количество микроорганизмов, поэтому для исключения загнивания, или другой порчи зерна перед проращиванием необходимо провести обеззараживание зерна. В статье предложен способ обеззараживания с использованием УФ облучения, приведено сравнение различных режимов обеззараживания зерна с помощью УФ лампы, а также различных режимов освещения зерна с использованием светодиодной фитолампы. В процессе проращивания зерна необходимо обеспечить к нему доступ влаги, необходимой температуры и света. В качестве критерия оптимизации выбрали длину ростков зерна после пяти суток проращивания. Представили сравнительные результаты проведенных исследований по влиянию времени УФ обеззараживания перед проращиванием и времени освещения на длину ростков при проращивании зерна для получения витаминной кормовой добавки. Отразили значения скорости получения ростков, энергоёмкости проращивания. Представили химический состав исходного зерна сои, того же зерна пророщенного и того же зерна пророщенного высушенного.

Ключевые слова: пророщенное зерно, длина ростков, УФ обеззараживание, освещение зерна при проращивании, стимуляция прорастания.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES ON SOYBEAN SEED GERMINATION FOR VITAMIN FEED

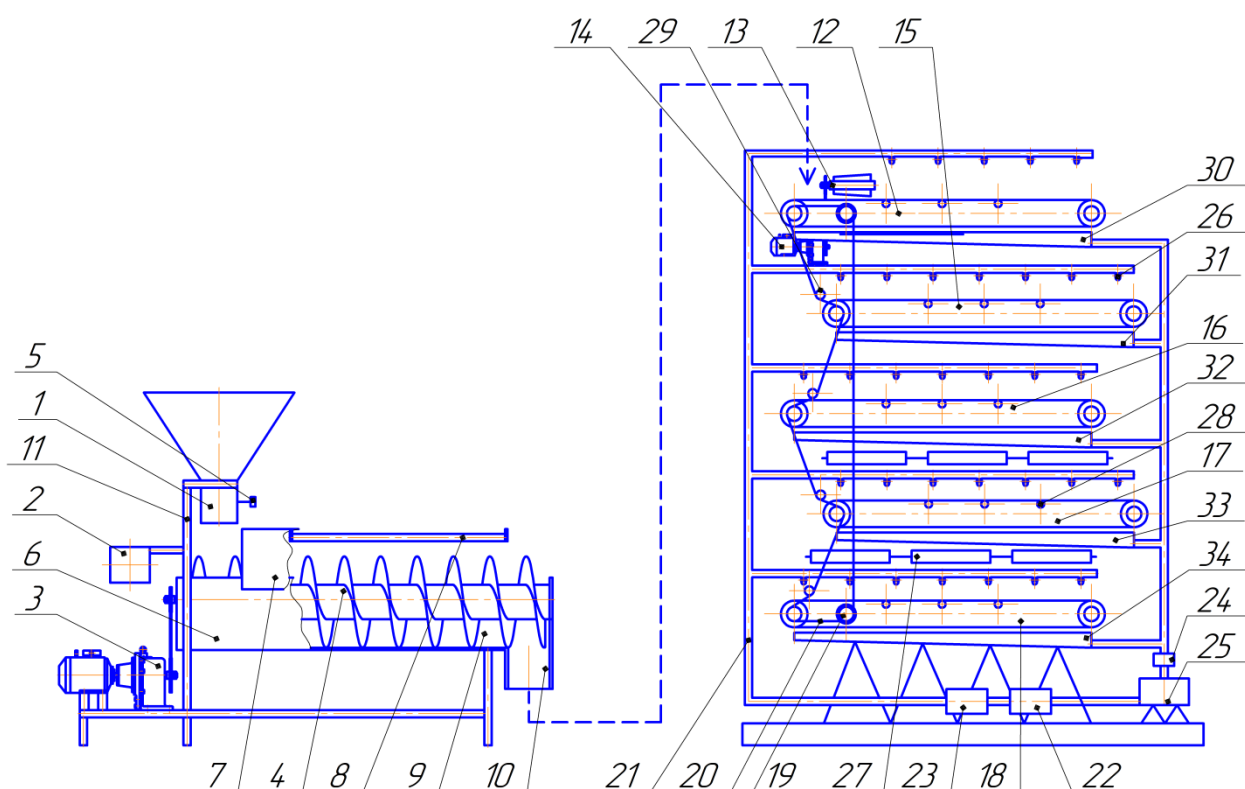
Annotation. In conditions of high economic competition, agricultural producers tend to produce large volumes of livestock products while maintaining a low cost of feed. At the same time, the feed used must be balanced and contain the necessary components for normal growth and development of animals. The simplest way to increase the vitamin value of the feed is to add sprouted grains, such as soy, to the feed. The harvested grain contains a large number of microorganisms, so to avoid rotting or other damage to the grain, it is necessary to disinfect the grain before germination. The article offers a method of disinfection using UV irradiation, compares different modes of grain disinfection using UV lamps, as well as different modes of grain illumination using led phytolamps. In the process of germination of grain, it is necessary to provide it with access to moisture, the necessary temperature and light. The length of grain sprouts after five days of germination was chosen as the optimization criterion. We presented comparative results of studies on the effect of UV disinfection time before germination and lighting time on the length of sprouts during grain germination to obtain a vitamin feed additive. Reflected the values of the speed of obtaining sprouts, the energy intensity of germination. Presented the chemical composition of the original soybean grain, the same grain sprouted and the same grain sprouted dried.

Keywords: sprouted grain, sprouting length, UV disinfection, illumination of grain during germination, stimulation of germination.

Введение. Развитие животноводства тесно связано с задачей обеспечения сельскохозяйственных животных качественными кормами. При откорме молодняка животных высокие показатели в приросте живой массы могут быть обеспечены при использовании рационов с высоким содержанием витаминов макро- и микроэлементов, биологически активных компонентов [1].

Внимание ученых привлекает вопрос использования пророщенных семян в качестве биологически активной добавки к кормам. В открытой печати появилось значительное число трудов, освещающих изучение вопросов применения пророщенного зерна, сои и люпина в кормопроизводстве. В общем случае замечено повышение поедаемости кормов с использованием добавок в качестве пророщенного зерна, увеличение содержания витаминов в зерне, каротина, клетчатки и протеина [2,3].

Краткая характеристика технологии и оборудования для проращивания зерна на витаминный корм. В Белгородском ГАУ им. В.Я. Горина разработан комплекс оборудования для обеззараживания, стимуляции ростковых процессов и проращивания семян (рисунок 1).



- 1 – бункер; 2 – пульт управления; 3 – электропривода с редуктором; 4 – шнек; 5 – заслонка; 6 – кожух;
 7 – крышка; 8 – УФ лампа; 9 – отражающее покрытие; 10 – отсек выгрузки;
 11 – рама; 12 – ленточный транспортер; 13 – распределительный транспортер;
 14 – электродвигатель с редуктором; 15, 16, 17, 18 – ленточный транспортер;
 19 – электродвигатель с редуктором; 20 – цепная передача; 21 – напорная магистраль; 22 – насос;
 23 – система УФ обеззараживания; 24 – фильтр; 25 – емкость для воды; 26 – форсунки; 27 – светильник
 с лампой; 28 – поддерживающие ролики; 29 – натяжные ролики; 30, 31, 32, 33, 34 – лоток

Рис. 1 - Схема технологической линии для проращивания семян

Линия состоит из бункера 1, пульта управления 2, электропривода с редуктором 3, шнека 4. Шнек 4 выполнен с возможностью вращения посредством электропривода с редуктором 3. Для возможности осуществления дозирования зерна бункер 1 оборудован заслонкой 5. Шнек 4 расположен в кожухе 6. В верхней части кожуха 6 установлена крышка кожуха 7, УФ лампа 8. Для возможности очистки УФ лампы 8 от загрязнений и пыли крышка кожуха 7 выполнена с возможностью открывания. На внутренней поверхности кожуха 6 расположено отражающее покрытие 9. На внутренней поверхности крышки кожуха 7 расположено отражающее покрытие. Для возможности осуществления выгрузки зерна предусмотрен отсек выгрузки 10. Каркас 11 выполнен с возможностью крепления оборудования. Отсек выгрузки 10 выполнен с возможностью подачи зерна на ленточный транспортёр 12. Распределительный транспортёр 13 предназначен для равномерного распределения зерна по ширине ленточного транспортёра 12. Распределительный транспортёр 13 выполнен с возможностью движения с помощью электродвигателя с редуктором 14. Ленточные транспортёры 12, 15, 16, 17, 18 выполнены с возможностью движения от электродвигателя с редуктором 19 при помощи цепной передачи 20. Для подачи воды в напорную магистраль 21 предусмотрен насос 22. Для возможности повторного использования воды предусмотрена система УФ обеззараживания 23, фильтр 24 и ёмкость для воды 25. Для увлажнения зерна на напорной магистрали 21 выполнены форсунки 26. Лотки 30, 31, 32, 33, 34 выполнены с возможностью стока воды в фильтр 24, а затем в ёмкость для воды 25 [4].

Ленточные транспортёры 17 и 18 выполнены с возможностью облучения зерна светильниками с лампами 27. Поддерживающие ролики 28 выполнены по длине ленточных транспортёров 12, 15, 16, 17, 18 под верхней рабочей ветвью. Натяжные ролики 29 выполнены для

предотвращения проскальзывания цепной передачи 20 при полной загрузке ленточных транспортёров 12, 15, 16, 17, 18.

Устройство работает следующим образом. В бункер 1 подают сою, при помощи пульта управления 2 запускают электропривод с редуктором 3. При помощи электродвигателя с редуктором 3 приводят во вращение шнек 4. На пульте управления 2 устанавливают частоту вращения шнека 4. Дозу подачи из бункера 1 устанавливают при помощи заслонки 5. Сою перемещают шнеком 4 по кожуху 6 и подвергают воздействию УФ лампы 8. Излучение от УФ лампы 8 подают на сою и отражающее покрытие 9. В результате воздействия УФ лампы 8 на отражающее покрытие 9 повторно используют долю отраженного потока. В результате осуществляют обеззараживание и стимуляция прорастания. При помощи шнека 4 сою перемещают до отсека выгрузки 10. После отсека выгрузки 10 соя готова для последующего проращивания.

Из отсека выгрузки 10 сою подают до ленточного транспортёра 12. С ленточным транспортёром 12 перемещают распределительный транспортёр 13. Распределительный транспортёр 13 приводят в движение посредством электродвигателя с редуктором 14 и сою равномерно распределяют по ширине ленточного транспортёра 12. При этом работает электродвигатель с редуктором 19, которым при помощи цепной передачи 20 приводит в движение ленточные транспортёры 12, 15, 16, 17, 18. Для увлажнения сои воду под давлением, создаваемым насосом 22, подают через систему УФ обеззараживания 23, затем в напорную магистраль 21, затем через форсунки 26 воду распыляют на сою. Остатки воды с ленточных транспортёров 12, 15, 16, 17, 18 стекают в лотки 30, 31, 32, 33, 34 откуда воду подают в фильтр 24, затем в ёмкость для воды 25. Отфильтрованную воду повторно используют для увлажнения. На транспортёрах 17 и 18 сою подвергают облучению светильниками с лампами 27. На каждом из пяти ленточных транспортёров 12, 15, 16, 17, 18 сою выдерживают сутки. Поддерживающие ролики 28, установленные по длине ленточных транспортёров 12, 15, 16, 17, 18, препятствуют провисанию ленты. Натяжные ролики 29 предотвращают проскальзывание цепной передачи 20 при полной загрузке ленточных транспортёров 12, 15, 16, 17, 18. После ленточного транспортёра 18 пророщенная соя готова к скармливанию животным.

Рассмотренная технологическая линия для обеззараживания и проращивания сои позволит механизировать весь процесс получения готовой продукции.

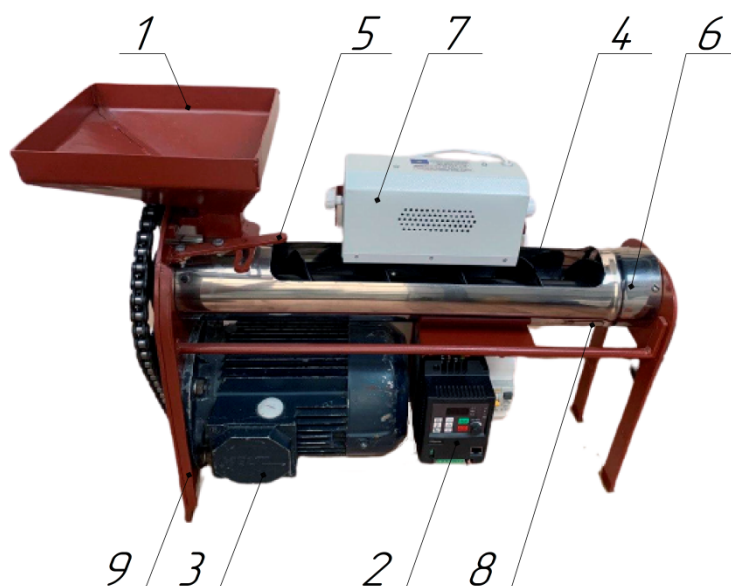
На сегодняшний день в научной литературе нет однозначного подхода относительно применения способа обеззараживания семян, а также выбора интенсивности и длительности освещения при выращивании растений в условиях светокультуры. Выбор режимов освещения зависит как от вида растений, целей их выращивания, а также от ряда других факторов, среди которых большую роль играют оптические свойства растений [5, 6, 7].

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований по проращиванию семян сои на витаминный корм.

Методика исследований. Экспериментальные исследования проводили с целью оценки влияния времени освещения и времени УФ обеззараживания на скорость проращивания сои, а также на энергоёмкость проращивания. В качестве объекта исследований были использованы семена сои.

Экспериментальные исследования по определению влияния режимов УФ обработки на длину ростков сои проводили с использованием устройства для ультрафиолетовой обработки семян, которое представлено на рисунке 2.

Предложенное устройство позволяет механизировать и автоматизировать процесс обеззараживания, а также провести стимуляцию ростковых процессов в семенах перед проращиванием. Предназначено для обработки семян различных сельскохозяйственных культур.



1 – бункер; 2 – пульт управления; 3 – электродвигатель; 4 – шнек; 5 – регулятор положения заслонки; 6 – кожух с отражающим покрытием; 7 – УФ лампа; 8 – отсек выгрузки; 9 – рама

Рис.2 - Устройство для ультрафиолетовой обработки семян перед проращиванием

Длительность прохождения семенами зоны облучения подобрана таким образом, чтобы обрабатываемый материал получил необходимую дозу УФ облучения, таким образом поверхность семян обеззараживают от плесени и грибков, семена выходят из состояния биологического сна. Техническое решение в виде вращающегося шнека 4 обеспечивает постоянное изменение ориентации семян по отношению к УФ лампе 7. Обработанные семена перемещают к отсеку выгрузки 8. Вся конструкция смонтирована на раме 9 [8].

В качестве варьируемых факторов выбрали: время УФ обработки с целью обеззараживания перед проращиванием, время освещения сои фитолампой. На производстве специалистов интересует зеленая масса ростков пророщенных семян, в которых содержатся макро, микроэлементы и витамины. Поэтому в качестве критерия оптимизации принимали длину ростков через пять суток. В таблице 1 представлены уровни варьирования факторов.

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов

Наименование фактора	Уровни варьирования факторов		Интервал варьирования
	-1	+1	
Время освещения сои, T _{СВЕТ} , часов	4	10	6
Время облучения УФ, T _{ОБЛУЧ} , сек.	60	300	240

Методика проведения экспериментов состояла в следующем. сою перед проращиванием облучали УФ светом спектра С (мощность УФ лампы составляла 7 Вт), затем замачивали в воде на 120 мин. Освещение культуры в течении 4, 6, 8, 10 часов осуществляли фитолампой мощностью 10 Вт, остальное время культура находилась в ящике без солнечного и искусственного света. Наименование фитолампы Camelion LED10-PL/BIO/27. Для лампы характерен спектр облучений 23% синий, 77% красный. Высота подвеса светильника 0,3 м. Замачивание семян происходило по системе 2,5-3 часа семена находится в воде с периодическим помешиванием культуры, затем воду сливают и 5 часов находится без воды в вентилируемом ящике и с периодическим помешиванием. Срок проращивания 5 дней [9,10].

Перед проращиванием в течение 60 сек. выполняли обеззараживание сои при помощи УФ освещения спектра С. Затем проводили проращивание. По результатам ежедневных измерений длины ростков сои были определены средние значения длины ростков.

Подготовленные образцы сои, сои пророщенной, сои пророщенной высушенной были переданы в лабораторию для дальнейшего определения химического состава. Анализ показав

телей проводили по таким параметрам как содержание влаги, сухое вещество, сырая зола, сырой жир, сырой протеин, сырая клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), кальций, фосфор, калий, натрий, сахар, каротин.

Результаты исследований. В соответствии с основной целью проводимых исследований было необходимо выявить влияние воздействующих факторов на динамику и абсолютное значение длины ростков культуры при проращивании.

В таблице 2 и на рисунке 3 представлены результаты проведения эксперимента с зернами сои при предварительном УФ облучения 60 сек.

Таблица 2 - Результаты проведения эксперимента с зернами сои при выполнении УФ облучения 60 сек

№	Время освещения сои	Сутки от начала прорастания сои					Удельная доза освещения, кДж/мм	Скорость роста, мм/сут, ☉
		1	2	3	4	5		
		Длина ростков зерна, 1 мм						
1	4 часа	4	8	15	20	25	5,76	5
2	6 часов	4	10	14	16	20	10,80	4
3	8 часов	5	7	13	17	20	14,40	4
4	10 часов	2	6	10	12	15	24,00	3

По графику зависимости длины ростков сои от времени освещения (рис. 3) можем отметить, что в начальный период нет явно выраженной тенденции влияния времени освещения на длину ростков. Так в первые сутки после закладки лучше проявилась 8 часовая экспозиция, во вторые сутки - 6 часовая, но на третьи, четвертые и пятые сутки темпы наблюдаются опережающие темпы роста при 4 часовом освещении. При этом заметное отставание в росте у образцов с 10 часовым освещением. В целом на пятые сутки скорость прироста при 4 часовом освещении составила 5 мм/сут, при 6 и 8 часовом освещении 4 мм/сут, а при 10 часовом освещении всего 3 мм/сут.

Удельная доза освещения на 1 мм прироста составляла: 5,76 кДж/мм при 4 часовом освещении; 10,80 кДж/мм при 6 часовом освещении; 14,40 кДж/мм при 8 часовом освещении; 24,00 кДж/мм при 10 часовом освещении. Однозначно вариант с 4 часовым освещением является наилучшим.

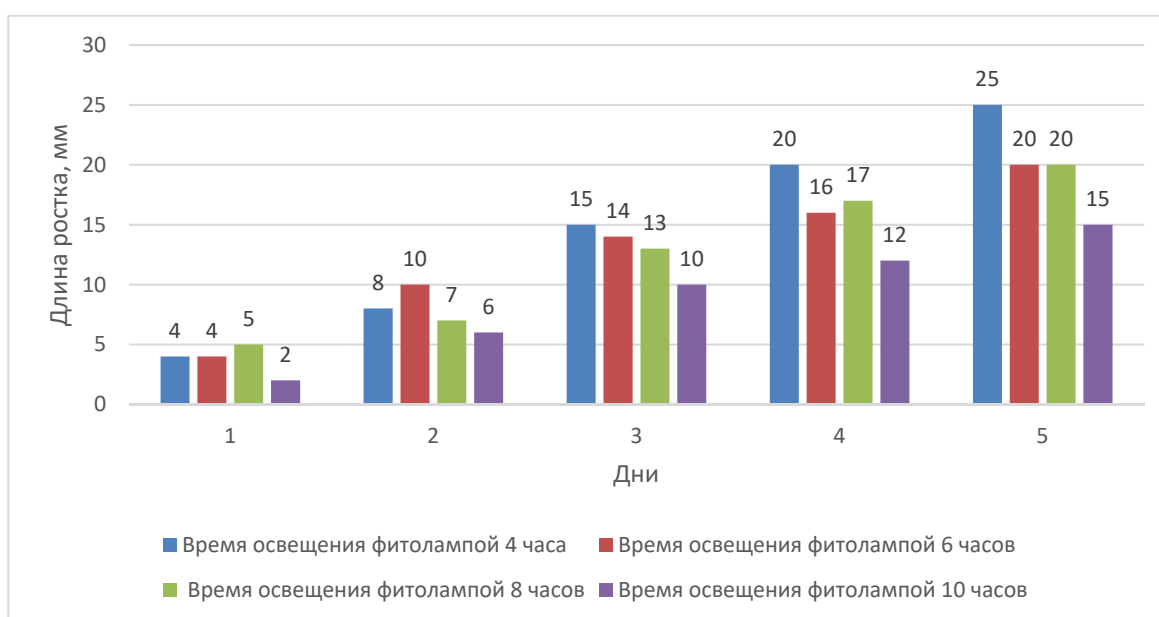


Рис. 3 - Зависимость длины ростков сои от времени освещения. Время обеззараживания составило 60 сек.

В таблице 3 и на рисунке 4 представлены результаты проведения эксперимента с зернами сои при предварительном УФ облучения 300 сек.

Таблица 3 - Результаты проведения эксперимента с зернами сои при выполнении УФ облучения 300 сек

№	Время освещения сои	Сутки от начала прорастания сои					Удельная доза освещения, кДж/мм	Скорость роста, мм/сут, °
		1	2	3	4	5		
		Длина ростков зерна, 1 мм						
1	4 часа	5	9	16	21	25	5,76	5
2	6 часов	4	10	14	17	23	9,39	4,6
3	8 часов	4	9	12	16	19	15,16	3,8
4	10 часов	3	6	10	14	14	25,71	2,8

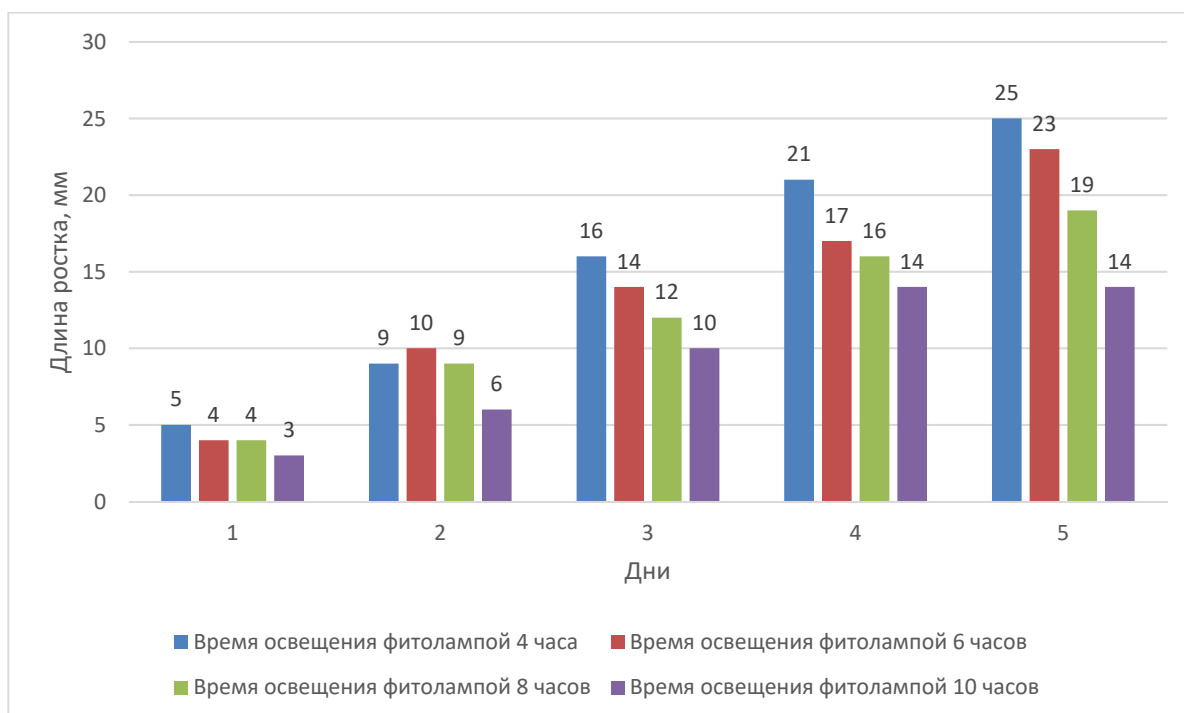


Рис. 4 - Зависимость длины ростков сои от времени освещения (время обеззараживания составило 300 сек)

При предварительном УФ обеззараживании 300 сек. наибольшая скорость увеличения ростков также наблюдается при времени освещения равном 4 часа и составляет 5 мм/сут. Наименьшая скорость роста отмечается при 10 часовом освещении и составляет 2,8 мм/сут. Минимальная удельная доза освещения при 4 часовом освещении составляет 5,76 кДж/мм.

Как указывалось ранее, исследования проводились в соответствии с ортогональным планом 2-факторного эксперимента. После обработки данных регрессионное уравнение описывающее влияние УФ обеззараживания и времени освещения во время роста в кодированных переменных имеет вид:

$$Y = V_0 + V_1 X_1 + V_2 X_2 + V_{12} X_1 X_2 + V_{11} X_1^2 + V_{22} X_2^2, (1)$$

где X_1 - время освещения зерна, $T_{\text{СВЕТ}}$, часов;

X_2 - время облучения УФ для обеззараживания, $T_{\text{ОБЛУЧ}}$, сек;

$V_0=21,89$; $V_1=-2,67$; $V_2=0,33$; $V_{12}=-0,17$; $V_{11}=0,67$; $V_{22}=-0,33$ - коэффициенты.

Ниже на рисунке 5 приведена расчетная поверхность зависимости длины ростков от влияющих факторов.

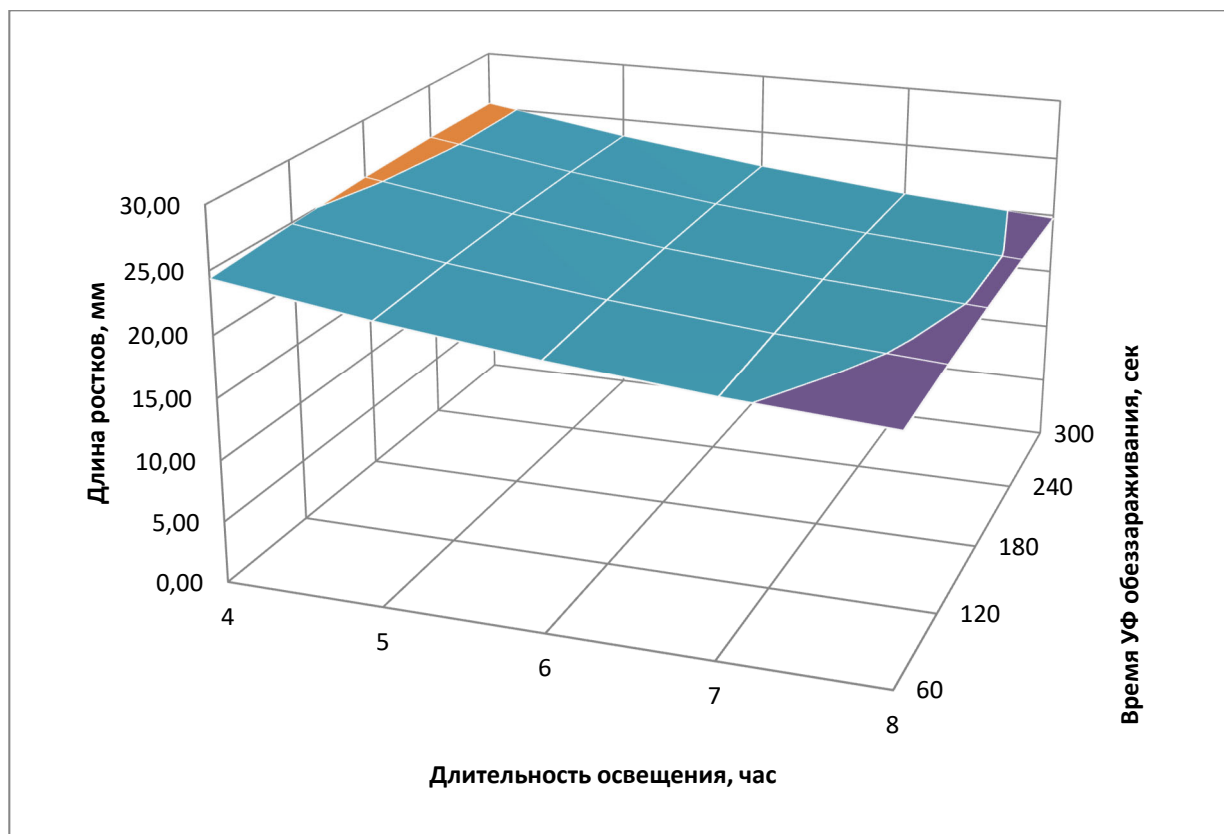


Рис. 5 - Зависимость длины ростков сои от времени УФ обеззараживания и длительности освещения

Согласно поверхности рисунка 5 можно заключить, что увеличение времени УФ обеззараживания семян положительно сказывается на длине ростков. В тоже время увеличение светового дня (досвечивание) приводит к уменьшению длины ростков. Этот факт может привести к заключению, что досвечивание не нужно – в темноте можно достичь большей длины ростков. Такой вывод является однобоким, так как конечной целью технологии является получение витаминной кормовой добавки и для получения витаминов необходимо освещение растений в период их роста. Освещение при проращивании зерна позволяет запустить биологические процессы в семенах, приводящие к изменению химического состава, активизации ферментов, преобразованию сложных соединений в более простые и легко усваиваемые формы для животных.

Как указывалось ранее, подготовленные образцы сои, сои пророщенной, сои пророщенной высушенной были переданы в лабораторию для дальнейшего определения химического состава. Анализ показателей проводили по таким параметрам как содержание влаги, сухое вещество, сырая зола, сырой жир, сырой протеин, сырая клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), кальций, фосфор, калий, натрий, сахар, каротин. Результаты проведения химического состава представлены в таблице 5.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что в процессе проращивания и сушки изменяется макро- и микроэлементный состав сои. После проращивания в сои возрастает доля кальция на 0,217%, фосфора на 0,083%, калия на 0,172%, натрия на 0,019%. Следует отметить, что в пророщенной сое возросло содержание сырого протеина на 5,54%, сырой клетчатки на 1,72%. После проращивания в сои отмечено уменьшение содержания сахаров на 3,01%, что свидетельствует о переходе сахаров в более простые соединения – глюкозу и мальтозу.

Таблица 5 – Химический состав пророщенной сои

Показатели	До проращивания	После проращивания	После сушки
Влага, %	9,1	71,36	10,61
Сухое вещество, %	90,9	28,64	89,39
Сырая зола, %	5,32	5,77	5,74
Сырой жир, %	20,99	24,97	23,92
Сырой протеин, %	40,25	45,79	43,17
Сырая клетчатка, %	6,01	7,73	7,88
БЭВ, %	27,42	15,78	19,57
Кальций, %	0,235	0,452	0,378
Фосфор, %	0,648	0,731	0,695
Калий, %	1,786	1,958	1,842
Натрий, %	0,103	0,122	0,135
Сахар %	5,43	2,42	6,99
Каротин, мг/кг	3,74	1,25	1,25

Следовательно, проращивание сои позволяет запустить биологические процессы в семенах, приводящие к изменению химического состава, активизации ферментов, преобразованию сложных соединений в более простые и легко усваиваемые формы для животными.

Выводы:

1. Проведенные исследования показали актуальность совершенствования технологий проращивания сои на витаминный корм.

2. В результате проращивания семян сои установлено, что при предварительном УФ облучения 60 сек. наибольшая длина ростков наблюдается при времени освещения равном 4 часа при скорости роста 5 мм/сут. При этом удельная доза освещения составляла 5,76 кДж/мм.

3. Установлено, что при предварительном УФ обеззараживании 300 сек. наибольшая длина ростков наблюдается при времени освещения равном 4 часа при скорости роста 5 мм/сут. При этом удельная доза освещения также составляла 5,76 кДж/мм.

4. По экспериментальным данным получено регрессионное уравнение описывающее влияние УФ обеззараживания и времени освещения во время роста. Согласно построенной поверхности длины ростков можно заключить, что увеличение времени УФ обеззараживания семян положительно сказывается на длине ростков. В тоже время увеличение светового дня (досвечивание) приводит к уменьшению длины ростков. Этот факт может привести к заключению, что досвечивание не нужно – в темноте можно достичь большей длины ростков. Такой вывод является однобоким, так как конечной целью технологии является получение витаминной кормовой добавки и для получения витаминов необходимо освещение растений в период их роста. Освещение при проращивании зерна позволяет запустить биологические процессы в семенах, приводящие к изменению химического состава, активизации ферментов, преобразованию сложных соединений в более простые и легко усваиваемые формы для животными.

5. Анализ химического состава образцов сои показывает, что в процессе проращивания и сушки изменяется макро- и микроэлементный состав сои. После проращивания в сои возрастает доля кальция на 0,217%, фосфора на 0,083%, калия на 0,172%, натрия на 0,019%. Следует отметить, что в пророщенной сое возросло содержание сырого протеина на 5,54%, сырой клетчатки на 1,72%. После проращивания в сои отмечено уменьшение содержание сахаров на 3,01%, что свидетельствует о переходе сахаров в более простые соединения – глюкозу и мальтозу. Следовательно, проращивание сои позволяет запустить биологические процессы в семенах, приводящие к изменению химического состава, активизации ферментов, преобразованию сложных соединений в более простые и легко усваиваемые формы для животными.

Библиография

1. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск №2: Использование проращенного зерна в рационах свиней) Под общей редакцией Г.С. Походни. - Белгород: издательство БелГСХА, 2009. 68 с.
2. Свиноводство и технология производства свинины: учебник / А.Ф. Пономарев [и др.]. Белгород: изд-во «Крестьянское дело», 2001. 492 с.
3. Вендин С.В., Саенко Ю.В. Проращивание семян ячменя на витаминный корм свиноматкам и поросятам-отъемышам // Кормопроизводство. 2011. №11. С. 42-44.
4. Конвейерная установка для проращивания зерна: пат. 2698138 Рос. Федерация 2018145178 / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Г.С. Походня, В.Ю. Страхов.; заявл. 18.12.2018; опубл. 22.08.2019, Бюл. №24. 9 с.
5. Юдаев И.В. Выращивание листового салата в светодиодной облучательной камере // Сельский механизатор 2017. №1. С. 20-21.
6. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю. Результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности применения УФ облучения, СВЧ обработки и искусственного освещения при проращивании зерна пшеницы и ячменя на витаминный корм // Вестник аграрной науки Дона. 2019. №2. С. 42-50.
7. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г. Ильясов И.Р. Результаты опытов по влиянию УФ облучения на семена, из которых выращивается зеленый корм на гидропонике // Агротехника и энергообеспечение. 2016. № 4-2 (13). С. 6-14.
8. Устройство для ультрафиолетовой обработки зерна перед проращиванием: пат. 2728184 Рос. Федерация 2019131990 / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Г.С. Походня, А.Н. Макаренко, В.Ю. Страхов.; заявл. 09.10.2019; опубл. 28.07.2020, Бюл. №22. 6 с.
9. Сафаралихонов А.Б., Акназаров О.А. Влияние предпосевного УФ-облучения семян пшеницы на её рост, продуктивность и активность эндогенных регуляторов роста растений // Доклады академии наук республики Таджикистан. Физиология растений Том 54. 2011. №8. С. 666-671.
10. Рогожин Ю.В., Рогожин В.В. Технология предпосевного УФ-облучения зерна пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №6. С. 9-14

References

1. Pohodnya G.S. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy [Pig breeding and pork production technology]: Sbornik trudov nauchnoj shkoly professora G.S. Pohodni (Special'nyj vypusk №2: Ispol'zovanie prorashchenogo zerna v racionah svinej) Pod obshchej redakciej G.S. Pohodni. - Belgorod: izdatel'stvo BelGSKHA, 2009. 68 p.
2. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy: uchebnik [Pig breeding and pork production technology] / A.F. Ponomarev [i dr.]. Belgorod: Izd-vo «Krest'yanskoe delo», 2001. 492 p.
3. Vendin S.V., Saenko Y.V. Prorashchivanie semyan yachmenya na vitaminnyj korm svinomatkam i porosyattam-ot'emysham [Germination of barley seeds for vitamin feed for sows and wean pigs] // Kormoproizvodstvo. 2011. №11. Pp. 42-44.
4. Konvejernaya ustanovka dlya prorashchivaniya zerna [Conveyor system for grain germination]: pat. 2698138 Ros. Federaciya 2018145178 / S.V. Vendin, Y.V. Saenko, G.S. Pohodnya, V.Y. Strahov.; yayavl. 18.12.2018; opubl. 22.08.2019, Byul. №24. 9 p.
4. Ydaev I.V. Vyrashchivanie listovogo salata v svetodiodnoj obluchatel'noj kamere [Growing lettuce in an led irradiation chamber] // Sel'skij mekhanizator 2017. №1. Pp. 20-21.
5. Vendin S.V., Saenko Y.V., Strahov V.Y. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij po ocenke effektivnosti primeneniya UF oblucheniya, SVCH obrabotki i iskusstvennogo osveshcheniya pri prorashchivanii zerna pshenicy i yachmenya na vitaminnyj korm [Results of experimental studies to evaluate the effectiveness of UV irradiation, microwave treatment and artificial lighting in the germination of wheat and barley grains for vitamin feed] // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2019. №2. Pp. 42-50.
6. Kondrat'eva N.P., Krasnoluckaya M.G. Il'yasov I.R. Rezul'taty opytov po vliyaniyu UF oblucheniya na semena, iz kotoryh vyrashchivaetsya zelenyj korm na gidroponike [Results of experiments on the effect of UV radiation on seeds from which green food is grown on hydroponics] // Agrotekhnika i energoobespechenie. 2016. № 4-2 (13). Pp. 6-14.
7. Ustrojstvo dlya ul'trafiol'etovoj obrabotki zerna pered prorashchivaniem [Device for UV treatment of grain prior to sprouting]: pat. 2728184 Ros. Federaciya 2019131990 / S.V. Vendin, Y.V. Saenko, G.S. Pohodnya, A.N. Makarenko, V.Y. Strahov.; yayavl. 09.10.2019; opubl. 28.07.2020, Byul. №22. 6 p.
8. Safaralixonov A.B., Aknazarov O.A. Vliyanie predposevnogo UF-oblucheniya semyan pshenicy na eyo rost, produktivnost' i aktivnost' endogennyh regulyatorov rosta rastenij [Effect of pre-sowing UV irradiation of wheat seeds on its growth, productivity and activity of endogenous plant growth regulators] // Doklady akademii nauk respubliky Tadjikistan. Fiziologiya rastenij Tom 54. 2011. №8. Pp. 666-671.
9. Rogozhin Y.V., Rogozhin V.V. Tekhnologiya predposevnogo UF-oblucheniya zerna pshenicy [Technology of pre-sowing UV irradiation of wheat grain] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. №6. Pp. 9-14.

Сведения об авторах

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru

Саенко Юрий Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 38-19-48, e-mail: yuriy311300@mail.ru

Страхов Владимир Юрьевич ассистент кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-11-36 e-mail: strakhov.94@list.ru

Широков Михаил Сергеевич магистрант кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 38-19-48 e-mail: 97shirokov@rambler.ru

Information about authors

Vendin Sergey Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor of the department of electrical equipment and electrotechnologies in agroindustrial complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru

Saenko Yuri Vasilievich, doctor of technical sciences, Professor of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 38-19-48, e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Strakhov Vladimir Yuryevich assistant, department of electrical equipment and electrotechnology in agro-Industrial complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503 tel. +7 4722 39-12-80, e-mail: strakhov.94@list.ru

Shirokov Mikhail Sergeevich master student of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, p. Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503 tel. +7 4722 39-19-48, e-mail: 97shirokov@rambler.ru

С.М. Гайдар, А.Г. Пастухов, А.В. Пыдрин, А.А. Емельянов, А.Б. Лагузин

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ВВЕДЕНИЕМ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПРИСАДОК В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. Современные моторные масла состоят из базовых масел и улучшающих их свойства присадок. Действие антифрикционных присадок направлено на увеличение ресурса двигателя, снижение шума и выбросов вредных веществ с отработавшими газами, улучшение смазочных свойств трущихся поверхностей и улучшение плавности работы двигателя, уменьшение температуры в зонах трения, снижение утечек масла и расхода топлива. В результате изнашивания снижается мощность двигателей, увеличивается расход топливосмазочных материалов, увеличивается количество выбросов вредных веществ, снижаются тяговые показатели машин. В работе в качестве присадки была использована перфторкарбоновая кислота, которая является модификатором контактирующих поверхностей и образует на них мономолекулярную пленку, предохраняющую зону контакта от износа и уменьшает коэффициент трения на 30...40%. В качестве объекта испытаний был использован двигатель внутреннего сгорания ВАЗ-11194 № 000094 в комплектации «ЕВРО-5». Для снятия экономических и мощностных показателей использовали стенд электротормозной с индукторным тормозом FROUDE AG-150 и счетчик топлива поршневой DFL-1. Результаты испытаний были зафиксированы после наработки двигателя 5, 50, 100 часов. Для оценки результатов влияния антифрикционной присадки испытания проводились в два этапа (без антифрикционной присадки и с добавлением присадки в масляную систему). В результате добавления присадки: крутящий момент M_k в среднем увеличен на 30 %; мощность N_e в среднем увеличилась на 4,1 %; удельный расход топлива g_e снизился на 7,0 %. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности присадки. Кроме улучшения эксплуатационных показателей было отмечено, что в период испытаний перебоев и отказов в работе двигателя не наблюдалось, по окончании испытаний дефектов (задилов, следов изнашивания и т.п.) на деталях пар трения не обнаружено. Снижение эффективности антифрикционной присадки незначительно и составило около 1% за 100 часов наработки.

Ключевые слова: антифрикционная присадка, моторное масло, двигатель внутреннего сгорания, испытания, экология, мощность, крутящий момент, расход топлива.

IMPROVING THE RELIABILITY OF CAR ENGINES BY INTRODUCING ANTI-FRICTION ADDITIVES IN SERVICE CONDITIONS

Abstract. Modern engine oils consist of base oils and additives that improve their properties. The action of anti-friction additives is aimed at increasing the engine life, reducing noise and emissions of harmful substances with exhaust gases, improving the lubricating properties of rubbing surfaces and improving the smooth operation of the engine, reducing the temperature in the friction zones, reducing oil leaks and fuel consumption. As a result of wear, engine power decreases, fuel and lubricants consumption increases, the amount of harmful emissions increases, and the traction indicators of cars decrease. In this work, perfluorocarboxylic acid was used as an additive, which is a modifier of the contacting surfaces and forms a monomolecular film on them, which protects the contact zone from wear and reduces the coefficient of friction by 30...40%. The internal combustion engine VAZ-11194 No 000094 in the EURO-5 configuration was used as the test object. To remove the economic and power indicators, we used an electric brake stand with an inductor brake FROUDE AG-150 and a piston fuel meter DFL-1. The test results were recorded after the engine had been running for 5, 50, 100 hours. To evaluate the effect of the anti-friction additive, the tests were carried out in two stages (without the anti-friction additive and with the addition to the oil system). As a result of the addition of the additive: M_k torque increased by 30% on average; N_e power increased by 4.1% on average; G_e specific fuel consumption decreased by 7.0 %. The results obtained indicate the effectiveness of the additive. In addition to improving the performance indicators, it was noted that during the testing period there were no interruptions or failures in the engine operation, and at the end of the tests, no defects (scuff marks, wear marks, etc.) were found on the parts of the friction pairs. The decrease in the effectiveness of the anti-friction additive is insignificant and amounted to about 1% per 100 hours of operation.

Keywords: anti-friction additive, engine oil, internal combustion engine, testing, ecology, power, torque, fuel consumption.

Введение. Для снижения величины и стабилизации условий трения, предотвращения интенсивного износа в узлы трения вводят различные смазочные среды. Однако в ряде случаев они не оказывают желаемого эффекта. При умеренных скоростях и давлениях поверхности, скользящие друг по другу, разделены сплошной пленкой смазки, в этом случае реализуется гидродинамическое трение. Трение определяется целиком вязкостью самого масла и в идеальном случае износ поверхностей пар трения полностью отсутствует. При более высоких нагрузках и меньших скоростях гидродинамический слой становится меньше высоты неровностей

на поверхностях трения. Трение в этом случае относительно велико и наблюдается износ. Износ является одним из основных факторов ухудшающих экономические, мощностные и экологические показатели двигателей внутреннего сгорания, а также ограничивающего надежность их работы в целом [1-3].

Большой практический интерес для автотракторной техники представляет метод физико-химического воздействия на детали пар трения [4-6]. Физико-химический метод – процесс нанесения фторсодержащего поверхностно-активного вещества (Фтор-ПАВ) из раствора на поверхность твердого тела. В результате образуется мономолекулярная пленка за счет сил хемосорбции, в которой молекулы ПАВ ориентируются под действием поля твердого тела. Мономолекулярный слой радикально меняет поверхностную энергию твердого тела и, как следствие, условие смазывания в узлах трения [7-11].

Цель исследования: оценка влияния антифрикционной присадки на экономические и мощностные показатели двигателей.

Материал и методы. В исследованиях применялось моторное масло Лукойл Genesis 5W-30 производства ООО «ЛЛК-Интернешнл» и присадка Фтор-ПАВ.

Оптимизация состава Фтор-ПАВ в моторном масле проводится с использованием машины трения ИИ 5018, на паре трения ролик-колодка. Колодка выполнена из стали 65, ролик из чугуна марки СЧ 20.

Общий вид машины трения, колодки и ролика представлен на рис. 1. Исследуемые образцы в процессе исследования частично погружались в исследуемый состав, смазывание происходило путем захватывания масла из емкости с составом.



а) внешний вид ролика и колодки для испытаний; б) внешний вид машины трения ИИ 5018

Рис. 1 - Общий вид машины трения, колодки и ролика

В процессе испытаний скорость вращения ролика была постоянной, изменялась сила прижима образцов от 200Н до 800Н с шагом 200Н. Определялся момент силы трения, который в дальнейшем использовался для определения коэффициента трения по формуле:

$$k = \frac{M_{\text{тр}}}{F_N R}, \quad (1)$$

где $M_{\text{тр}}$ – момент силы трения;
 F_N – сила взаимного прижима образцов;
 R – радиус ролика, равен 0,025м.

Двигатель ВАЗ-11194 № 000094 в комплектации «ЕВРО-5» (таблица 1) был установлен на испытательный стенд (рис. 2).

Таблица 1 - Технические характеристики двигателя

Параметры	Значения
Число и расположение цилиндров	4-х рядное
Рабочий объем, см ³	1390
Диаметр цилиндра, мм	76,5
Ход поршня, мм	75,6
Число клапанов на цилиндр	4
Номинальная мощность, кВт	67,8
Максимальный крутящий момент, Н·м	130,9

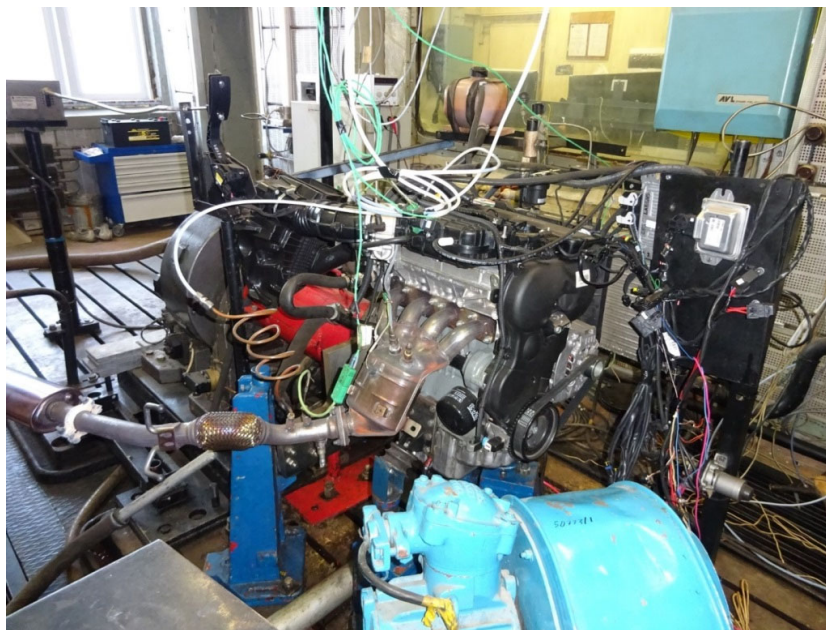


Рис. 2 - Двигатель ВАЗ-11194 на моторном стенде

Методика исследований. Исследования проводились согласно ГОСТ 14846 «Двигатели автомобильные, методы стендовых испытаний», правилу ЕЭК ООН № 85 (мощностные показатели). Условия в лаборатории, тепловой режим работы двигателя поддерживался в соответствии с требованиями вышеперечисленных нормативных документов и инструкции по эксплуатации двигателя. Испытания проводились на товарном бензине АИ-95-К5.

При испытаниях двигателя на моторном стенде определялись и контролировались следующие параметры: частота вращения n ; крутящий момент M_K ; часовой расход топлива G_T ; положение дроссельной заслонки; противодавление на выпуске, $P_{вып}$; давление картерных газов, $P_{к.г}$; давление в системе охлаждения, P_{cool} ; давление топлива P_f ; температура воздуха на впуске, t_a ; температура охлаждающей жидкости, t_{cool} ; температура моторного масла, t_M ; влажность воздуха на впуске, R_a ; барометрическое давление, p_a ; угол опережения зажигания; суммарный расход топлива за цикл испытаний, $G_{цикл}$. Испытания проводились в режимах, представленных в таблице 2. Перед испытаниями двигатель заправляли новым маслом. Каждые 10-12 ч уровень масла контролировался. При необходимости осуществлялся долив.

Порядок проведения испытаний заключался в выполнении следующих этапов.

Этап 1 – Испытания двигателя без антифрикционной присадки. Подготовка двигателя к испытаниям: установка двигателя на стенде, заправка новым маслом. Нарботка двигателя в объеме 10 циклов: один цикл включает восемь режимов (табл. 2) и определение внешней скоростной характеристики (рис. 4).

Этап 2 – Замена масла на новое, добавление антифрикционной присадки. Нарботка двигателя в объеме 48 циклов (50 часов) и определение внешней скоростной характеристики (рис. 4).

Этап 3 – Нарботка двигателя в объеме 96 циклов (100 часов) и определение внешней скоростной характеристики (рис. 4).

Таблица 2 - Режимы испытания двигателя

Режим	Время на режиме, мин	Частота вращения коленчатого вала n_i , мин ⁻¹	Крутящий момент M_k , Н·м
1	4	750 - холостой ход	0
2	11	2800	60
3	11	4200	90
4	4	5000	Max
5	4	750 - холостой ход	0
6	11	5000	90
7	11	3800	Max
8	4	750 - холостой ход	0
-	Итого: 60 мин	-	-

Текущая оценка результатов испытаний осуществлялась после завершения каждого цикла испытаний путём сравнения текущих оценочных показателей и показателей на режиме 3. Оценка влияния проводилась по величине и характеру изменений оценочных параметров за весь период испытаний.

На всех режимах цикла осуществляется регистрация значений параметров: 1) времени работы, с; 2) частоты вращения n_i , мин⁻¹; 3) крутящего момента M_i , Н·м; 4) температуры охлаждающей жидкости t , °С; 5) по окончании цикла производилось измерение расхода топлива G_T в кг.

Мощность $P(m)$, измеряемая на испытательном стенде:

$$P_i(m) = \frac{M_i \cdot n_i}{9550}, \quad (2)$$

где n_i – частота вращения двигателя на i -том режиме цикла, мин⁻¹;

M_i – крутящий момент двигателя на i -том режиме цикла, Н·м.

Фактическая работа за цикл (W_{act} , кВт·ч):

$$W_{act} = \int_0^t P_i(m) \cdot dt = \sum_{i=1}^{i=n} P_i(m) \cdot \frac{1}{f}, \quad (3)$$

где f – частота измерения при регистрации параметров.

Фактическая работа за цикл W_{act} рассчитывалась с использованием всех записанных пар значений частоты вращения и крутящего момента, полученных при испытании двигателя.

При интегрировании фактической работы за цикл любые отрицательные значения крутящего момента приравниваются к нулю и не учитываются. Если интегрирование производится с частотой менее 5 Гц и если в течение данного отрезка времени значение крутящего момента изменяется с положительного на отрицательное или с отрицательного на положительное, то отрицательная часть при вычислениях приравнивается к нулю. Положительная часть учитывается в интегрированном значении.

Средний эффективный расход топлива за цикл рассчитывается по формуле:

$$g_{цикл} = \frac{G_T}{W_{act}}. \quad (4)$$

Через каждые шесть циклов по результатам измерений рассчитывались статистические показатели работы двигателя.

В качестве статистических показателей принимались следующие параметры:

– среднее значение эффективного расхода топлива за шесть циклов

$$\bar{g}_{цикл} = \frac{\sum_{i=1}^{i=6} g_{цикл}}{6}; \quad (5)$$

– среднеквадратичные отклонения статистических показателей двигателей, рассчитываемые по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{k-1}}, \quad (6)$$

где k – число циклов;

x_i – значение оценочного параметра, измеренное в цикле;

\bar{x} – среднее значение оценочного параметра.

Результаты и обсуждение. Полученные результаты на машине трения приведены в табл. 3. Зависимости момента трения и температуры от силы прижима образцов для исследуемых составов представлены на рис. 3 и 4.

Таблица 3 – Результаты испытаний

Состав	Сила прижима образцов F_N , Н	Момент трения $M_{тр}$, Нм	Коэффициент трения k
Моторное масло	200	1,05	0,21
	400	1,5	0,15
	600	2,25	0,15
	800	2,85	0,143
Моторное масло с добавкой 0,5% Фтор-ПАВ	200	0,75	0,15
	400	0,9	0,09
	600	1,2	0,08
	800	1,5	0,075

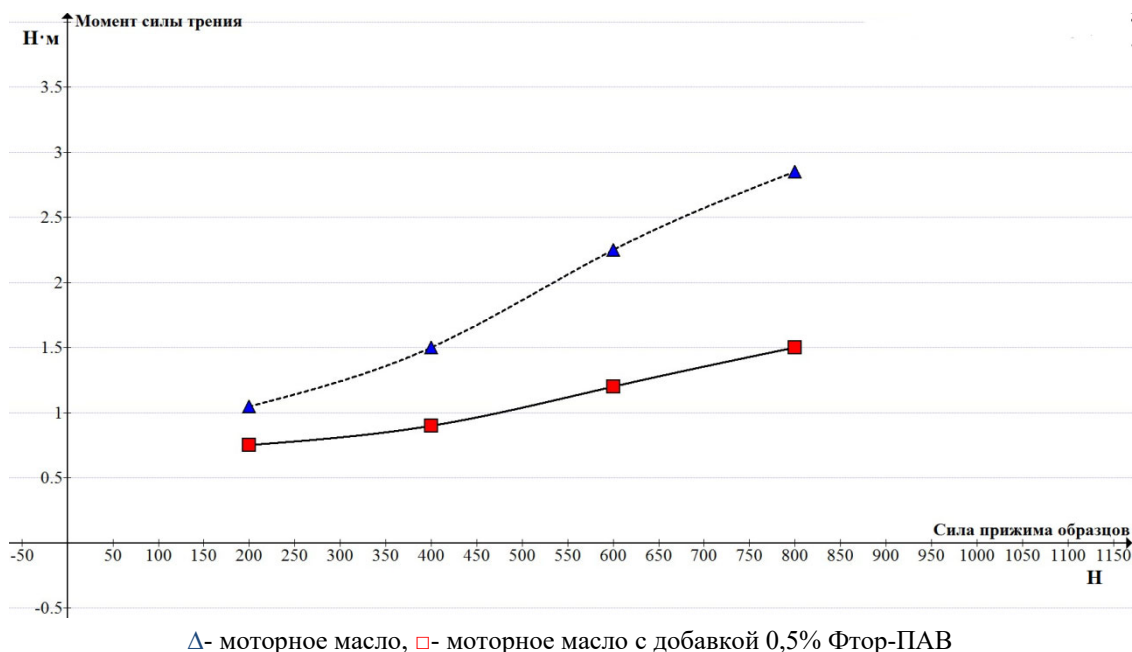


Рис. 3 - Зависимость момента силы трения от силы прижима образцов

Из приведенных зависимостей видно, что использование Фтор-ПАВ в качестве добавки к смазочным маслам приводит к значительному уменьшению коэффициента трения. Результаты испытания двигателя ВАЗ-11194 на моторном стенде с добавлением антифрикционной присадки после наработки 5, 50, 100 часов приведены в табл. 4 и 5 и на рис. 5-7.

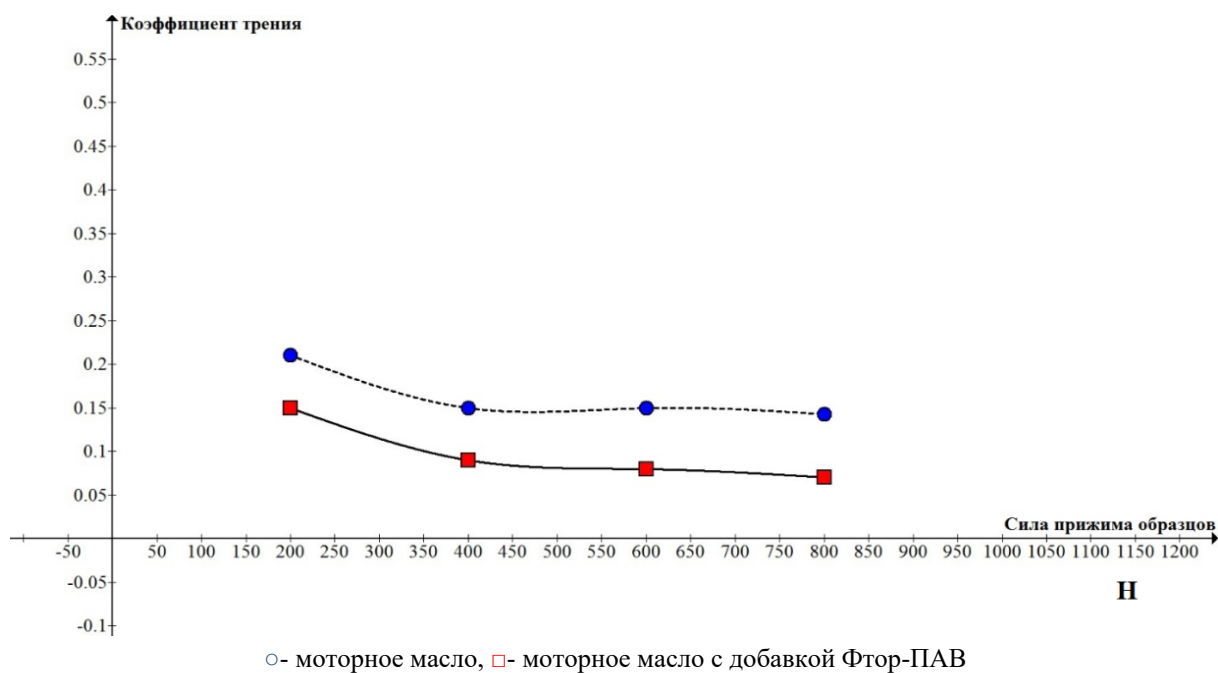


Рис. 4 - Зависимость коэффициента трения от силы прижима образцов

Таблица 4 - Изменение показателей двигателя при работе с полностью открытым дросселем на внешней скоростной характеристике в течение 100-часовых испытаний

Период испытаний	Приведенный крутящий момент M_k , Н·м (4500 мин ⁻¹)	Приведенная мощность N_e , кВт (5000 мин ⁻¹)	Расход топлива G_T , кг/ч	Удельный расход топлива g_e , г/кВт·ч
До испытаний присадки	121,7	62,9	20,4	324,4
После 5 ч	124,8	64,8	19,58	302
После 50 ч	126,7	64,5	19,62	304,1
После 100 ч	124,7	64,4	19,82	307,7

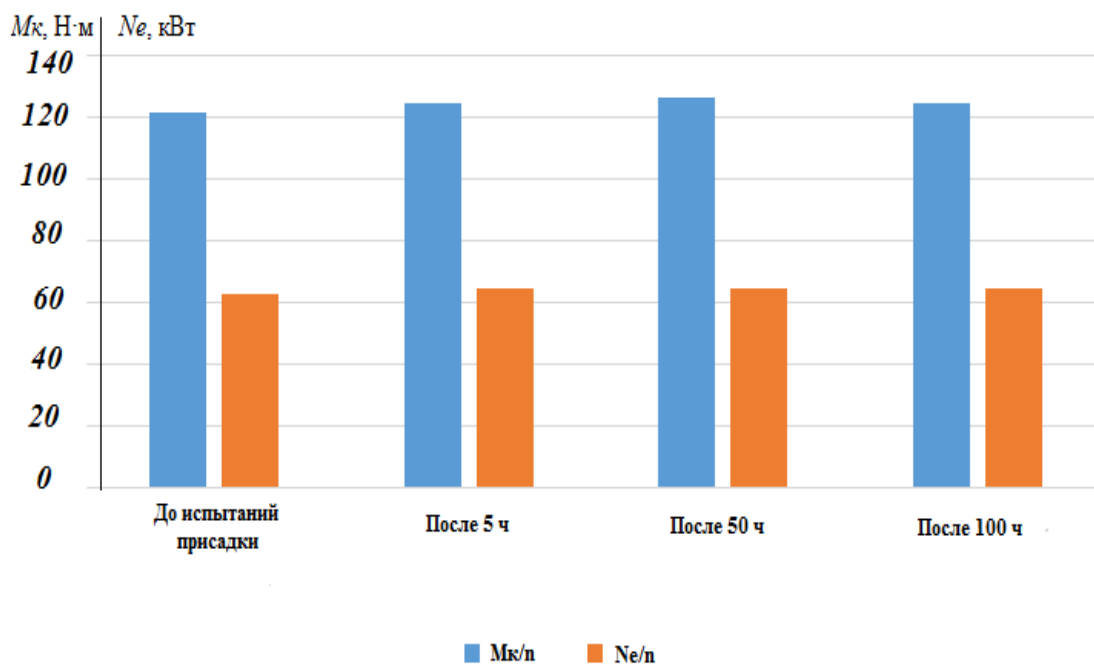


Рис. 5 - Изменение мощности и крутящего момента двигателя

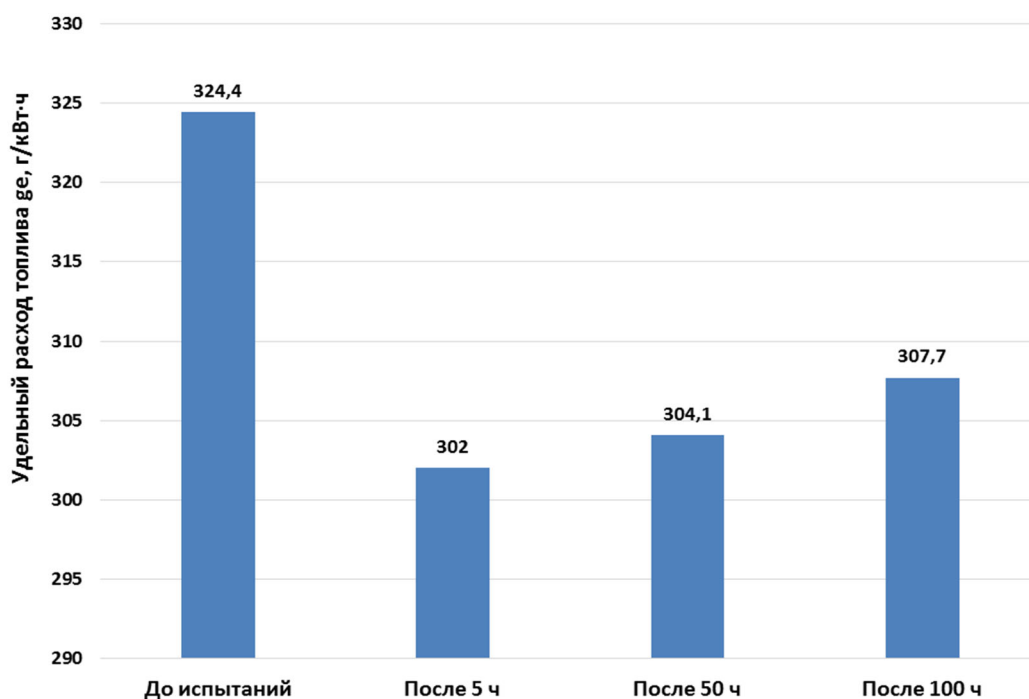


Рис. 6 - Изменение удельного расхода топлива

Контрольные испытания, проведенные сразу после обкатки до начала основных испытаний, подтвердили соответствие двигателя ВАЗ-11194 № 000094 в комплектации ЕВРО-5 требованиям технических условий и показали, что двигатель имеет:

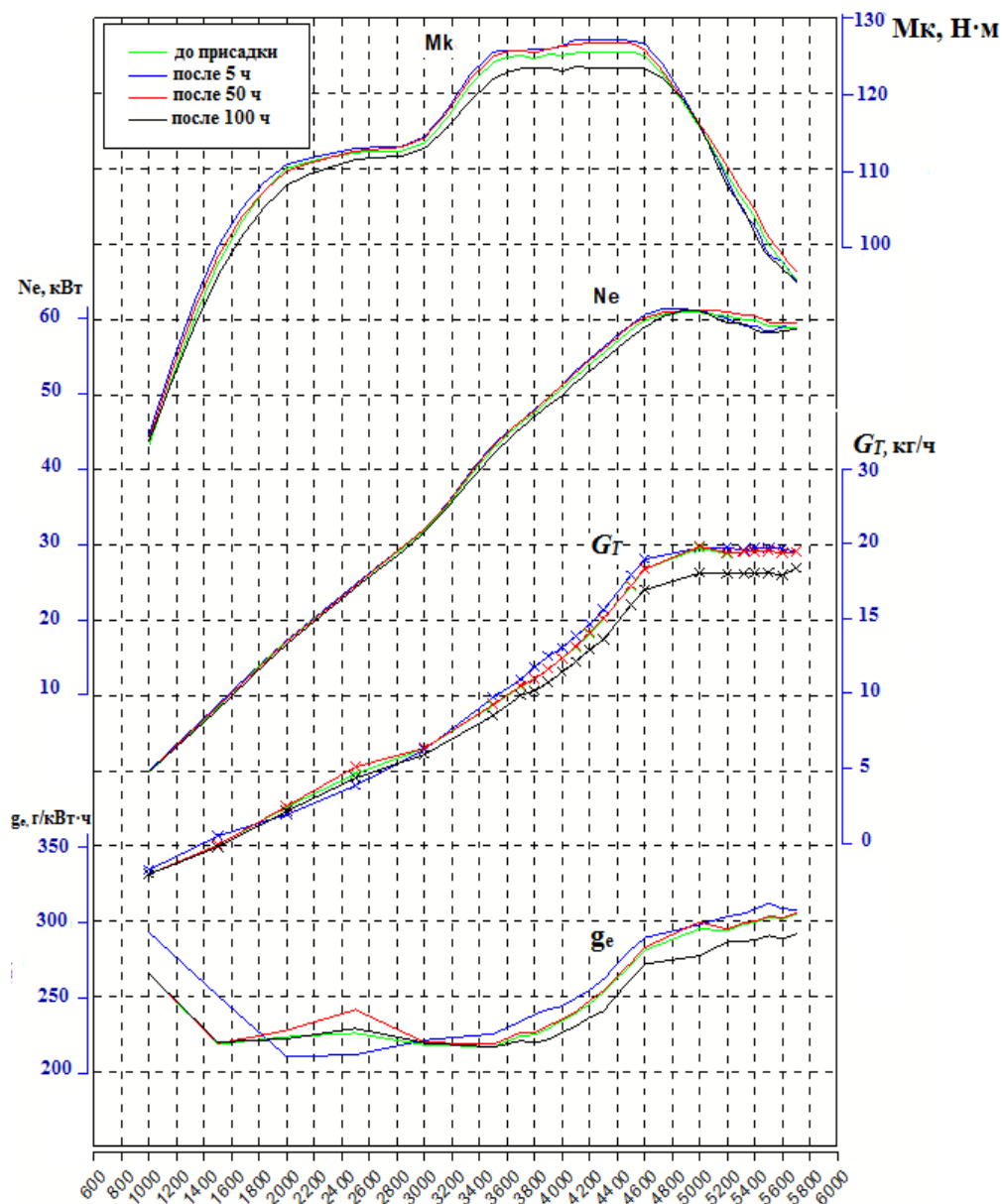
- мощность при 5000 мин^{-1} – 62,9 кВт;
- максимальный крутящий момент – 121,7 Н·м при 4500 мин^{-1} ;
- минимальный удельный расход топлива в точке максимальной мощности – 324,4 г/кВт·ч.

Основные испытания двигателя после наработки 5, 50, 100 часов работы по циклу, утверждённому в техническом задании, показывают прирост мощности и крутящего момента двигателя приблизительно на 3,5...4,0%, при уменьшении удельного расхода топлива на 6...7%. Удельный расход топлива g_e увеличился в среднем на 1% за каждые 50 часовые испытания и после 100 часов составил 5,15%.

Таблица 5 - Изменение показателей двигателя при испытаниях на 4 и 7 режимах цикла

Показатель	До испытаний присадки	Период испытаний, ч			
		5	50	100	
Удельный расход топлива за цикл, г/кВт·ч	295,5±1,8	291,8±1,8	290,8±1,8	293,3±1,8	
Крутящий момент двигателя, Н·м	– на 4 режиме (5000 мин^{-1}) – на 7 режиме (3800 мин^{-1})	122,6±1,2	126,7±1,2	126,6±1,2	125,2±1,2
		121,0±0,9	124,3±0,9	123,4±0,9	122,4±0,9
Мощность двигателя, кВт	– на 4 режиме (5000 мин^{-1}) – на 7 режиме (3800 мин^{-1})	63,8±0,73	66,70±0,42	66,07±0,35	65,14±0,32
		50,70±0,46	53,72±0,55	52,84±0,44	52,48±0,30

Крутящий момент M_k на режимах 4 и 7 после 5 часов испытаний вырос в среднем на 3%, после 50 и 100 часов начал постепенно снижаться, примерно на 0,5% за каждые 50 часов. Мощность двигателя N_e на режимах 4 и 7 после 5 часов испытаний выросла в среднем на 4...5%, после 50 и 100 часов постепенно снижалась, примерно на 0,5% за каждые 50 часов. Аналогичная тенденция наблюдается по параметрам на внешней скоростной характеристике двигателя (рисунок 7).



M_k – крутящий момент, Н·м; N_e – мощность, кВт; G_T – часовой расход топлива, кг/ч;
 g_e – удельный расход топлива, г/кВт·ч

Рис. 7 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

Выводы. На основании представленного выше материала можно сделать следующие выводы.

1. Результаты экспериментальных лабораторных исследований на машине трения показали, что оптимальная концентрация Фтор-ПАВ в моторном масле составляет 0,5 %, при этом коэффициент трения уменьшился в среднем в 1,7 раза.

2. В период стендовых испытаний двигатель работал устойчиво, его параметры оставались стабильными на протяжении практически всего периода испытаний. Перебоев и отказов в работе двигателя не наблюдалось, по окончании испытаний дефектов (задиоров, натиров, следов изнашивания и т.п.) на деталях двигателя не обнаружено.

3. После добавления в моторное масло антифрикционной присадки Фтор-ПАВ зафиксированы изменения в виде прироста мощности и крутящего момента двигателя на 3,5...4,0 % при уменьшении удельного расхода топлива на 6...7 %.

Библиографический список

1. Абачараев М.М., Абачараев И.М., Шихсаидов Б.И. Новые направления и технологии повышения надежности эксплуатации машин и механизмов // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 3-4 (12). С. 6-7.
2. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. Перевод с английского. Под редакцией доктора технических наук И.В. Крагельского. М., «Машиностроение», 1968. 543с.
3. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. М., Физматгиз, 1963. 472с.
4. Карпенко М.А. Влияние технического сервиса на надежность машин при эксплуатации // В Сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2016 С. 71-76.
5. Гайдар С.М., Карелина М.Ю. Инновационное техническое средство для нанесения защитной молекулярной пленки на поверхность машин // Техника и оборудование для села. 2015. № 3. С. 26-28.
6. Карелина М.Ю., Гайдар С.М. Технология повышения износостойкости поверхностей трибосопряжений физико-химическим методом. Грузовик. 2015. № 3. С. 12-16.
7. Гайдар С.М. Характеристика и показатели наноматериалов для снижения износа деталей сельхозмашин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 12. С. 20-22.
8. Карелина М.Ю., Гайдар С.М., Пыдрин А.В. Исследование влияния наноструктурирования поверхностей трибосопряжений на эксплуатационные характеристики двигателей // Грузовик. 2015. № 2. С. 29-37.
9. Карелина М.Ю., Лагузин А.Б. Оптимизация технологии модифицирования поверхностей пар трения перфторированными поверхностно-активными веществами // Грузовик. 2018. № 6. С. 10-14.
10. Карелина М.Ю., Дмитриевский А.Л., Лагузин А.Б. Влияние концентрации фтор-ПАВ на качество защитной молекулярной пленки // Грузовик. 2018. № 7. С. 16-20.
11. Карелина М.Ю., Черепнина Т.Ю., Бугакова Н.Ю. Улучшение эксплуатационных характеристик агрегатов путем наноструктурирования поверхностей трибосопряжений // В сборнике: Пром-Инжиниринг. Труды V Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 77-82.

References

1. Abacharaev M.M., Abacharaev I.M., Shihsaidov B.I. Novye napravleniya i tekhnologii povysheniya nadezhnosti ekspluatsii mashin i mekhanizmov [New directions and technologies for improving the reliability of operation of machines and mechanisms] // Evrazijskij Soyuz Uchenyh. 2015. № 3-4 (12). S. 6-7.
2. Bouden F.P., Tejbor D. Trenie i smazka tverdyh tel [Friction and lubrication of solids]. Perevod s anglijskogo. Pod redakciej doktora tekhnicheskikh nauk I.V. Krage'lskogo. M., «Mashinostroenie», 1968. 543 s.
3. Ahmatov A.S. Molekulyarnaya fizika granichnogo treniya [Molecular physics of boundary friction]. M., Fizmatgiz, 1963. 472 s.
4. Karpenko M.A. Vliyanie tekhnicheskogo servisa na nadezhnost' mashin pri ekspluatsii [Influence of technical service on the reliability of machines during operation] // V Sbornike: Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya. Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2016 S. 71-76.
5. Gajdar S.M., Karelina M.Yu. Innovacionnoe tekhnicheskoe sredstvo dlya naneseniya zashchitnoj molekulyarnoj plenki na poverhnost' mashin [Innovative technical means for applying a protective molecular film to the surface of machines] // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2015. № 3. S. 26-28.
6. Karelina M.Yu., Gajdar S.M. Tekhnologiya povysheniya iznosostojkosti poverhnostej tribosopryazhenij fiziko-himicheskim metodom [Technology for increasing the wear resistance of tribo-conjugation surfaces by physical and chemical method]. Gruzovik. 2015. № 3. S. 12-16.
7. Gajdar S.M. Harakteristika i pokazateli nanomaterialov dlya snizheniya iznosa detalej sel'hozmashin [Characteristics and indicators of nanomaterials for reducing wear of agricultural machinery parts] // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. 2009. № 12. S. 20-22.
8. Karelina M.Yu., Gajdar S.M., Pydrin A.V. Issledovanie vliyaniya nanostrukturirovaniya poverhnostej tribosopryazhenij na ekspluatsionnye harakteristiki dvigatelej [Study of the effect of nanostructuring surfaces of the friction units of the operating characteristics of these engines] // Gruzovik. 2015. № 2. S. 29-37.
9. Karelina M.Yu., Laguzin A.B. Optimizaciya tekhnologii modifitsirovaniya poverhnostej par treniya perftorirovannymi poverhnostno-aktivnymi veshchestvami [Optimization of technology for modifying the surfaces of friction pairs with perfluorinated surfactants] // Gruzovik. 2018. № 6. S. 10-14.
10. Karelina M.Yu., Dmitrevskij A.L., Laguzin A.B. Vliyanie koncentracii fluor-PAV na kachestvo zashchitnoj molekulyarnoj plenki [Influence of the fluoro-surfactant concentration on the quality of the protective molecular film] // Gruzovik. 2018. № 7. S. 16-20.
11. Karelina M.Yu., Cherepnina T.Yu., Bugakova N.Yu. Uluchshenie ekspluatsionnyh harakteristik agregatov putem nanostrukturirovaniya poverhnostej tribosopryazhenij [Improving the operational characteristics of aggregates by nanostructuring the surfaces of tribo-conjugations] // V sbornike: Prom-Inzhiniring. Trudy V Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. 2019. S. 77-82.

Сведения об авторах

Гайдар Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, Москва, Россия, 127550, тел.: +7(916)7892576, e-mail: avtokon93@yandex.ru

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8-4722-392390, e-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

Пыдрин Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, Москва, Россия, 127550, тел.: +7(926)2173999, e-mail: pydrin89@mail.ru

Емельянов Александр Александрович, кандидат химических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, Москва, Россия, 127550, тел.: +7(910)4261574, e-mail: E-mail: longiniy@inbox.ru

Лагузин Алексей Борисович, заместитель по научной работе – начальник НИК, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, 2, Москва, Россия, 125438, тел.: +7(916)3949979, e-mail: a.laguzin@autorc.ru

Information about authors

Gaidar Sergey Mikhailovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the Department of materials science and engineering technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian state agrarian University–Timiryazev agricultural Academy», 49 Timiryazevskaya ul., Moscow, Russia, 127550, tel.: +7 (916)-7892576, e-mail: avtokon93@yandex.ru

Pastukhov Alexander Gennadievich, Doctor of Technical Sciences, professor, head of Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

Pydrin Alexander Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of materials science and engineering technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian state agrarian University–Timiryazev agricultural Academy», 49 Timiryazevskaya ul., Moscow, Russia, 127550, tel.: +7(926)2173999, e-mail: pydrin89@mail.ru

Emel'yanov Aleksandr Aleksandrovich, Candidate of Chemical Sciences, associate Professor of the Department of materials science and engineering technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian state agrarian University–Timiryazev agricultural Academy», 49 Timiryazevskaya ul., Moscow, Russia, 127550, tel.: +7(910)4261574, e-mail: longiniy@inbox.ru

Laguzin Aleksey Borisovich, Deputy for Scientific Work - Head of NIK, State Research Center of the Russian Federation FSUE "NAMI", st. Avtomotornaya, 2, Moscow, Russia, 125438, tel.: +7(916)3949979, e-mail: a.laguzin@autorc.ru

А.А. Добрицкий, С.Ф. Вольвак

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ СУШИЛКИ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Среди мер, способствующих повышению объемов производства и улучшению качества бахчевых культур, наиболее важной является организация высокоэффективного семеноводства. Материальные затраты, которые идут на повышение качества семенного материала бахчевых культур определяется эффективностью применяемых способов сушки и сушильного оборудования, так как посевные качества семян при хранении напрямую зависят от влажности. Существующие отечественные и зарубежные сушилки семян бахчевых культур обладают большими габаритными размерами, недопустимой металлоемкостью, энергоемкостью, сложны в обслуживании и ремонте, отличаются высокой стоимостью. На основании обзора и анализа конструкций сушильного оборудования высоковлажных семян бахчевых культур разработана конструкция сушилки непрерывного действия, в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу. Цель данной работы - определение теоретической энергоемкости процесса сушки в предлагаемой сушилке с учетом ее конструктивных особенностей. На основании теоретических предпосылок по определению теоретической производительности предлагаемой сушилки с учетом уравнений затрат теплоты на испарение влаги, потерь теплоты на нагрев семян, потерь теплоты с отработавшим агентом сушки и потерь теплоты в окружающую среду (через нагретые поверхности), предложено выражение теоретической энергоемкости процесса сушки. По результатам расчета построена теоретическая зависимость энергоемкости процесса сушки от температуры теплоносителя для режимов: производительность по сухим семенам 18 кг/ч; расход сушильного агента 1,7 кг/с; частота вращения ворошилок 4 мин⁻¹; начальная влажность семенного материала 33 %. При определении энергетических показателей процесса сушки расхождение полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований составило в пределах 3-5,4 %, что подтверждает адекватность предлагаемого выражения по определению теоретической энергоемкости процесса сушки.

Ключевые слова: сушка, высоковлажные семена, дифференцированный подвод тепла, энергоемкость, теплоемкость, затраты теплоты.

DETERMINING THE ENERGY CAPACITY OF THE DRYER HIGH MOISTURE SEEDS OF MELONS

Abstract. Among the measures that contribute to increasing production and improving the quality of melons, the most important is the organization of high-efficiency seed production. The material costs that go to improving the quality of seed material of melons are determined by the effectiveness of the drying methods and drying equipment used, since the sowing qualities of seeds during storage directly depend on humidity. Existing domestic and foreign melon seed dryers have large dimensions, unacceptable metal consumption, energy intensity, are difficult to maintain and repair, and are characterized by high cost. Based on the review and analysis of the structures of drying equipment of high-moisture seeds of melons, the design of a continuous dryer was developed, in which the principle of differential heat supply to forced mixed material is implemented. The purpose of this work is to determine the theoretical energy intensity of the drying process in the proposed dryer taking into account its design features. Based on theoretical prerequisites for determination of theoretical efficiency of the proposed dryer taking into account equations of heat costs for moisture evaporation, heat losses for seed heating, heat losses with spent drying agent and heat losses into environment (through heated surfaces), expression of theoretical energy intensity of drying process is proposed. Based on the calculation results, the theoretical dependence of the energy intensity of the drying process on the temperature of the coolant for the modes was built: capacity for dry seeds 18 kg/h; drying agent consumption 1.7 kg/s; RPM of the burners is 4 min⁻¹; initial moisture content of seed material is 33%. When determining the energy parameters of the drying process, the difference between the obtained results of theoretical and experimental studies was within 3-5.4%, which confirms the adequacy of the proposed expression for determining the theoretical energy intensity of the drying process.

Keywords: drying, seeds with high moisture content, differentiated heat supply, energy intensity, heat capacity, heat costs.

Введение. Плоды бахчевых культур являются диетическим продуктом питания для людей любого возраста и употребляются как в свежем, так и переработанном виде. Бахчевые являются ценным источником ряда витаминов и микроэлементов, наиболее важный из которых – каротин. Бахчевые культуры используют в фармацевтической промышленности при изготовлении витаминов и лекарственных препаратов [1-2] и поэтому увеличение их объемов производства, а также снижение себестоимости продукции получаемой из бахчевых культур

весьма актуальная задача сельского хозяйства нашей страны. Среди мер способствующих повышению объемов производства и улучшению качества бахчевых культур наиболее важной является организация высокоэффективного семеноводства, что немислимо без создания новых и совершенствования существующих средств механизации.

Семеноводство овощных и бахчевых культур является весьма трудоемкой отраслью сельскохозяйственного производства, кроме того, семеноводство остается одной из наименее механизированных отраслей агропромышленного комплекса [1-3]. Материальные затраты, которые идут на повышение качества семенного материала бахчевых культур определяется эффективностью применяемых способов сушки и сушильного оборудования, т.к. посевные качества семян при хранении напрямую зависят от влажности. Свежесобранные семена, полученные в результате выделения из плодов, имеют большую влажность, при которой в семенной массе быстро развивается процесс самосогревания, что усиливает дыхание семян и активизирует деятельность микроорганизмов [2-4]. Все это приводит к необходимости в сушке семян. Существующие отечественные и зарубежные сушилки семян бахчевых культур обладают большими габаритными размерами, недопустимой металлоемкостью, энергоемкостью, сложны в обслуживании и ремонте, а также они отличаются высокой стоимостью [2-5]. Разработка сушилок высоковлажных семян бахчевых культур (ВСБК) отличающихся от традиционных высокой эффективностью, низкой материалоемкостью и энергоемкостью, достаточной производительностью, простотой исполнения и гибкостью управления технологическим процессом сушки для фермерских хозяйств и специализированных семеноводческих предприятий, является актуальной задачей, решению которой посвящена данная работа.

На основании обзора и анализа конструкций сушилок и сушильного оборудования ВСБК [2-6] нами была выдвинута рабочая гипотеза, которая позволила обосновать конструктивно-технологическую схему, а также разработать конструкцию сушилки ВСБК непрерывного действия [6-8], в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу. Такой подвод тепла необходим для предотвращения «растрескивания» семян в процессе сушки при использовании температуры сушильного агента близкой к предельно допустимой [4, 7-8].

Объект и методы исследований. Объектом исследования является технологический процесс сушки высоковлажных семян бахчевых культур сушилкой непрерывного действия с дифференцированным подводом тепла к принудительно перемешиваемому материалу. Теоретические исследования базируются на методах системного анализа, теории сушки, теории тепломассообмена, математического моделирования технологических процессов и основных положений высшей математики, теоретической механики, физики.

Результаты исследований и их обсуждение. К основным показателям работы предлагаемой сушилки [7-10] ВСБК относятся: производительность, затраты мощности и качество получаемых семян (всхожесть семян, их чистота и посевная способность после сушки). Качество получаемых семян математическим путем определить крайне сложно, поэтому их целесообразно определить экспериментальным путем. В предыдущих работах нами предложено выражение [11], которое с достаточной степенью адекватности позволяет определить теоретическую зависимость производительности предлагаемой сушилки ВСБК, в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу с учетом подачи семян в сушильную камеру и частоты вращения ворошилок. Одним из основных требований, предъявляемых к сушилкам и сушильному оборудованию, является минимальное энергопотребление, которое в свою очередь влияет на себестоимость семенного материала, поэтому целью дальнейших исследований является определение теоретической энергоемкости процесса сушки в предлагаемой сушилке.

Сушка – это процесс удаления влаги из семенного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла [2, 12, 13]. Для подведения тепла в конвективных сушилках для подогрева воздуха (сушильного агента) требуются затраты энергии. Поэтому сушка является энергоемким процессом. На практике для оценки затрат теплоты на сушку семян используют показатель суммарного удельного расхода теплоты на 1 кг высушенных семян или на 1 кг испаренной влаги.

Затраты теплоты в сушилке можно представить следующей суммой: затраты теплоты на испарение влаги; потери теплоты на нагрев семян; потери теплоты с отработавшим агентом сушки и потери теплоты в окружающую среду (через нагретые поверхности) [9-14].

Затраты теплоты на испарение влаги и потерь теплоты на нагрев семян можно определить по заданному изменению влажности, а также температуры материала [13]:

$$P_1 = Q \cdot \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1} \cdot [2500 + 1,84 \cdot t_2 - \Theta_1] + c \cdot Q \cdot (\Theta_2 - \Theta_1), \text{ кДж/ч}, \quad (1)$$

где Q – производительность сушилки по сухим семенам, кг/ч;

W_1 и W_2 – начальная и конечная влажность семян, %;

2500 – скрытая теплота парообразования, кДж/кг;

1,84 – теплоемкость водяного пара, кДж/ кг град;

t_2 – температура сушильного агента в конце процесса сушки, °С;

Θ_1 и Θ_2 – начальная и конечная температура семян, °С;

c – теплоемкость семян, кДж/ кг град.

Теплоемкость семян можно определить по следующей формуле [12]:

$$c = c_c \cdot \frac{100 - W}{100} + \frac{W}{100} \cdot c_e, \text{ кДж/ кг } \cdot \text{град}, \quad (2)$$

где W – влажность семян, °С;

c_c – теплоемкость сухого вещества семян, $c_c = 1,55$ кДж/ кг · град;

c_e – теплоемкость воды, $c_e = 4,19$ кДж/ кг · град.

Потерю тепла, ушедшего с отработавшим агентом сушки, можно определить следующим образом [14]:

$$P_2 = L \cdot (H_2 - H_0), \text{ кДж/ч}, \quad (3)$$

где L – расход сушильного агента, кг/ч;

H_2 – энтальпия отработанного агента сушки при начальном влагосодержании, кДж/кг;

H_0 – энтальпия наружного воздуха, кДж/кг.

Потери теплоты в окружающую среду определяется по формуле [12, 14]:

$$P_3 = \sum F \cdot k \cdot 3,6 \cdot (\bar{t} - t_e), \text{ кДж/ч}, \quad (4)$$

где $\sum F$ – суммарная площадь стенок сушильной камеры, через которые происходит потеря тепла в окружающую среду, м²;

k – общий коэффициент теплопередачи через стенки сушилки, Вт/м² · град;

\bar{t} – средняя температура агента сушки в сушильной камере, °С;

t_e – температура окружающей среды, °С.

Величину k для стенок сушилки подсчитывают по формуле [12, 14]:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}, \quad (5)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи соответственно от агента сушки к внутренней поверхности стенки и от наружной поверхности стенки в окружающую среду, Вт/м² · град;

δ – толщина стенок и прослойки изоляционных материалов сушилки, м;

λ – коэффициент теплопроводности стенок и изоляционных материалов, Вт/м² · град.

Затраты мощности на валу электродвигателя для привода в движение центробежного вентилятора определяют по формуле [12]:

$$N = \frac{Q_e \cdot P_n}{\eta_e \cdot \chi_{ne}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (6)$$

где Q_e – производительность вентилятора, м³/с;

P_n – полное давление, которое развивает вентилятор, Н/м²;

η_e – к.п.д. вентилятора;

χ_{ne} – коэффициент, учитывающий потери энергии в передаче от электродвигателя к вентилятору, включая трение в подшипниках.

На основании полученного ранее выражения по определению теоретической производительности предлагаемой сушилки [9-11] с учетом уравнений (1-6) теоретическая энергоемкость процесса сушки составит:

$$E = \frac{\left[\left(Q \cdot \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1} \cdot [2500 + 1,84 \cdot t_2 - \Theta_1] + c \cdot Q \cdot (\Theta_2 - \Theta_1) \right) + (L \cdot (H_2 - H_0)) \right] \cdot 0,278 \cdot 10^{-3}}{Q} + \frac{R \cdot V}{1000 \cdot \eta \cdot \chi_n} + \frac{Q_e \cdot P_n}{\eta_e \cdot \chi_{ne}} \cdot 10^{-3} + \frac{(\sum F \cdot k \cdot 3,6 \cdot (\bar{t} - t_e)) \cdot 0,278 \cdot 10^{-3}}{Q}, \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}, \quad (7)$$

где R – сопротивление перемещению вала ворошилки, Н;

V – скорость перемещения ворошилок, м/с;

η – к.п.д. клиноременной передачи и редуктора;

η_e – к.п.д. вентилятора;

χ_n – коэффициент, учитывающий потери энергии в передаче от электродвигателя к ворошилкам, включая трение в подшипниках.

По результатам расчетов выражения (7) построена теоретическая зависимость энергоемкости процесса сушки от температуры теплоносителя (рис. 1) со следующими режимами работы сушилки: производительность по сухим семенам 18 кг/ч; расход сушильного агента 1,7 кг/с; частота вращения ворошилок 4 мин⁻¹; начальная влажность семенного материала 33 % [15]. Из полученного графика (рис. 1) видно, что общая энергоемкость процесса сушки семян увеличивается с повышением температуры агента сушки.

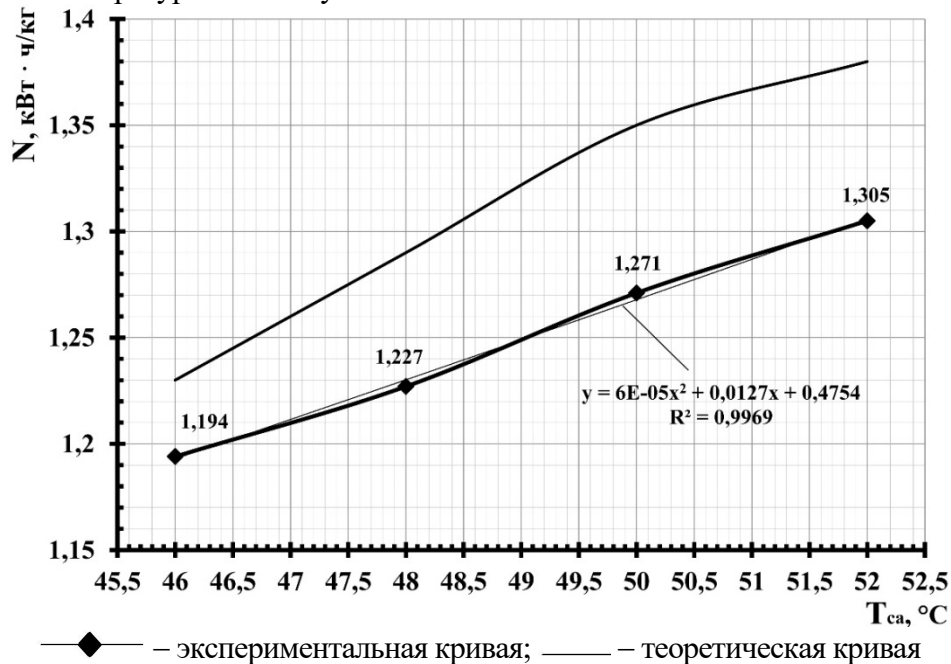


Рис. 1 - Зависимости энергоемкости процесса сушки семян тыквы от температуры теплоносителя

Для выявления адекватности предложенного выражения для определения теоретической энергоёмкости процесса сушки на графике также представлена экспериментальная кривая полученная на действующей экспериментальной сушилке ВСБК непрерывного действия [7, 8], в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу, при температуре сушильного агента 46, 48, 50 и 52 °С. При определении энергетических показателей процесса сушки расхождение полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований составляет в пределах 3-5,4 %.

Выводы.

1. На основании теоретических предпосылок и полученного ранее выражения по определению теоретической производительности предлагаемой сушилки с учетом уравнений затрат теплоты на испарение влаги; потери теплоты на нагрев семян; потери теплоты с отработавшим агентом сушки и потери теплоты в окружающую среду (через нагретые поверхности), предложено выражение (7), которое с достаточной степенью адекватности позволяет определить теоретическую энергоёмкость процесса сушки предлагаемой сушилки ВСБК непрерывного действия, в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу.

2. По результатам расчетов предложенного выражения (7) была построена теоретическая зависимость энергоёмкости процесса сушки от температуры теплоносителя (рис. 1) со следующими режимами работы сушилки: производительность по сухим семенам 18 кг/ч; расход сушильного агента 1,7 кг/с; частота вращения ворошилок 4 мин⁻¹; начальная влажность семенного материала 33 %.

3. При определении энергетических показателей процесса сушки расхождение полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований составляет в пределах 3-5,4 %, что подтверждает адекватность предложенного выражения по определению теоретической энергоёмкости процесса сушки.

Библиография

1. Бахчевые культуры / [Лымарь А. О., Кашеев А. Я., Диденко В. П. и др.]; под редакцией А.О. Лымаря. К.: Аграрная наука, 2000. 330 с.
2. Голубкович А. В. Уборка и сушка семян овощных и бахчевых культур / Голубкович А. В. М.: Россельхозиздат, 1984. 129 с.
3. Голубкович А. В. Теория и технология сушки семян овощных и бахчевых культур / Голубкович А. В. М.: Агропромиздат, 1987. 141 с.
4. Голубкович А.В. Технологические основы сушки высоковлажных семян овощных и бахчевых культур с обеспечением высокого качества: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. техн. наук: 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» Москва, 1989. 35 с.
5. Анисимов И.Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур. Моногр. /Анисимов И. Ф.–Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства НПО «Днестр»–Кишинев: Штиинца,1987.-300 с.
6. Добрицкий А.А. Классификация способов и устройств сушилок высоко влажных семян бахчевых культур // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ: ЛНАУ. 2006. № 64/87. С. 100 – 105.
7. Добрицкий А.А., Вольвак С.Ф. Сушилка семян бахчевых культур // Сельский механизатор, 2019. № 12 С. 20-21.
8. Добрицкий А.А. Сушилка семян овощебахчевых культур // Матер. национальной научн.-практ. конф. «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе» посвященной 40-летию Белгородского ГАУ п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 132-138.
9. Добрицкий А.А. Математическая модель процесса сушки семян бахчевых культур // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» в 2 т. Том 1. п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 138-140.
10. Dmitriy Bakharev, Alexander Pastukhov, Sergey Volvak, Olga Sharaya. The substantiation of deck parameters of the rotary threshing device. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, International Scientific Conference Engineering for rural development, proceedings, volume 18, May 22-24, 2019, Pp 481-486.
11. Добрицкий А.А. Определение производительности сушилки высоковлажных семян бахчевых культур // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 3 (27). С. 43-52.
12. Самочетов В. Ф. Зерносушение / В. Ф. Самочетов, Г. А. Джорогян М.: Колос, 1970. 287 с.
13. Машины для уборки и обработки зерновых культур / [Гуров И. Н., Кленин Н. И., Попов И. Ф. и др.]. М.: Машиностроение, 1964. 540 с.
14. Малин Н. И. Энергосберегающая сушка зерна / Малин Н. И. М.: Колос, 2004. 240 с.

15. Добрицкий А.А. Обоснование рациональных параметров сушилки высоко влажных семян бахчевых культур // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 54-58.

References

1. Bakhchevye kultury [Melons and gourds] / [Lymar A.O., Kashcheev A.Y., Didenko V.P. i dr.] pod redaktsiei A.O. Lymaria. K.: Agrarnaia nauka, 2000. 330 p.
2. Golubkovich A.V. Uborka i sushka semian ovoshchnykh i bakhchevykh kultur [Cleaning and drying of vegetable and melon crops seeds] // Moskva: Rosselkhozizdat 1984. 129 p.
3. Golubkovich A.V. Teoriya i tekhnologiya sushki semyan ovoshchnykh i bakhchevykh kultur [Theory and technology of drying seeds of vegetable and melon crops] // Moskva: VO Agropromizdat 1987. 141 p.
4. Golubkovich A.V. Tekhnologicheskiye osnovy sushki vysokovlazhnykh semyan ovoshchnykh i bakhchevykh kultur s obespecheniyem vysokogo kachestva [Technological basis for drying high-moisture seeds of vegetable and melon crops with high quality assurance] // avtoref. dis. na soiskaniye uch. stepeni dokt. tekhn. nauk: 05.20.01 «Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii selskogo khozyaystva» Moskva. 1989. 35 p.
5. Anisimov I.F. Mashiny i potochnye linii dlia proizvodstva semian ovoshchebakhchevykh kultur [Machines and production lines for the production of seeds of vegetable and melon crops] monografiya. / Anisimov I.F. Moldavskii NII oroshaemogo zemledeliia i ovoshchevodstva NPO Dnestr Kishinev SHTiintsia. 1987. 300 p.
6. Dobritskiy A.A. Classification of methods and devices of dryers of high-moist seed of water-melon cultures [Classification of methods and devices of dryers of high-moist seed of water-melon cultures] // Naukovij visnik Luganskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya: Tehnichni nauki. Lugansk: LNAU, 2006. № 64/87. Pp. 100 – 105.
7. Dobritskiy A.A. Volvak S.F. Sushilka semyan bakhchevykh kultur [Dryer seeds melons crops] // Selskiy mekhanizator, 2019. № 12. Pp. 20-21.
8. Dobritskiy A.A. Sushilka semyan ovoshchebakhchevykh kultur [Drying of seed of water-melon cultures] // Materialy natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktualnyye problemy razrabotki. ekspluatatsii i tekhnicheskogo servisa mashin v agropromyshlennom komplekse» posvyashchennoy 40-letiyu Belgorodskogo GAU. Mayskiy: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2019. Pp. 132-138.
9. Dobritskiy A.A. Matematicheskaya model protsessa sushki semyan bakhchevykh kultur [Mathematical model of the process of drying seeds of water-melon cultures] // Materialy XXIII mezhdunarodnoy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii «Innovatsionnyye resheniya v agrarnoy nauke – vzglyad v budushcheye» v 2 t. Tom 1. Mayskiy: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2019. Pp. 138-140.
10. Dmitriy Bakharev, Alexander Pastukhov, Sergey Volvak, Olga Sharaya. The substantiation of deck parameters of the rotary threshing device. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, International Scientific Conference Engineering for rural development, proceedings, volume 18, May 22-24, 2019, Pp 481-486.
11. Dobritskiy A.A. Opredelenie proizvoditelnosti sushilki vysokovlazhnykh semian bakhchevykh kultur [Determination of the performance of the dryer for high-moisture seeds of melons crop] // Innovatsii v APK problemy i perspektivy, 2020. №3 (27) Pp. 43-52.
12. Samochetov V.F. Zernosushenie [Grain drying] // V.F. Samochetov, G.A. Dzhorogian Moskva: Kolos, 1970. 287 p.
13. Mashiny dlia uborki i obrabotki zernovykh kultur [Machines for harvesting and processing grain crops] / [Gurov I.N., Klenin N.I., Popov I.F. i dr.] Moskva: Mashinostroenie, 1964. 540 p.
14. Malin N.I. Energosberegaiushchaya sushka zerna [Energy-saving grain drying] / Malin N.I. Moskva: Kolos, 2004. 240 p.
15. Dobritskiy A.A. Obosnovaniye ratsionalnykh parametrov sushilki vysoko vlazhnykh semyan bakhchevykh kultur [Ground of rational parameters of dryer is high moist seed of water-melon cultures] // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktualnyye problemy agroinzhenerii v XXI veke». posvyashchennoy 30-letiyu kafedry tekhnicheskoy mekhaniki konstruirovaniya mashin. Mayskiy: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2018. Pp. 54-58.

Сведения об авторах

Добрицкий Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-27-02, e-mail: dobrickiy_aa@bsaa.edu.ru.

Вольвак Сергей Федорович, кандидат технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-80, e-mail: volvak.s@yandex.ru.

Information about authors

Alexander A. Dobrickiy, candidate of technical sciences, docent of the department of technical service in the agro-industrial complex Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-27-02 e-mail: dobrickiy_aa@bsaa.edu.ru.

Sergey F. Volvak, candidate of technical sciences, professor of the department of electrical equipment and electrical technologies in the agro-industrial complex Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-80, e-mail: volvak.s@yandex.ru.

Р.Р. Искендеров, А.Т. Лебедев, Н.А. Марьин, Р.В. Павлюк

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВКИ НА ЧАСТИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РОТОРНОЙ ДРОБИЛКЕ

Аннотация. Измельчающие зерновые материалы машины обеспечивают необходимый гранулометрический состав и раскрывают питательные вещества, заложенные в них. При этом, форма и расположение рабочих органов определяют способ разделения на части исходного зернового материала, который в значительной мере влияет на энергоёмкость технологического процесса измельчения. Ударное, истирающее и сжимающее воздействия на исходные зерновки хорошо зарекомендовали себя в мукомольном производстве (мельницы), где необходимо получать тонкий помол (частицы менее 1 мм), но при этом, например, молотковые дробилки не могут обеспечить должного качества готового продукта при среднем модуле помола (частицы от 1 до 2 мм). Для сравнения теоретических значений с фактическими нами был проведен эксперимент по измельчению зерновок в экспериментальной горизонтальной роторной дробилке и на установке для среза зерновок. Качество процесса оценивали показателем фактической результативности измельчения $\Phi_{\text{ри}}$. При исследовании разделения на части единичной зерновки определили, что результирующая сила «скальвания-среза» $F_{\text{р}}$ компенсируется силой среза $F_{\text{ср}}$, силой инерции $F_{\text{и}}$ и силой трения $F_{\text{тр.з}}$ зерновки, а значение силы $F_{\text{ср}}$ составляет до 99% от $F_{\text{р}}$. Рассчитанное теоретически значение $F_{\text{ср}}=81,6$ Н совпадает с известными данными, которые находятся в пределах 20...90 Н. Установлено, что при «срезе-скальвании», особенно в динамике, есть ударная нагрузка, которая способствует разделению зерновки на 3 и более части, а при статичном срезе она, как правило делится на 2 части. По итогам проведенных испытаний при измельчении пшеницы можно принять окружную скорость ротора $v_{\text{р}} \approx 5$ м/с, когда удельная энергоёмкость процесса $N_{\text{уд}} \approx 1,5$ Вт·ч/кг, а фактическая результативность измельчения пшеницы $\Phi_{\text{ри}}=57,5$, то есть выравненность гранулометрического состава готового продукта составляет до 98%.

Ключевые слова: зерновка, разделение, гранулометрический состав, горизонтальная роторная дробилка, энергоёмкость, качество процесса измельчения.

ENERGY AND QUALITATIVE INDICATORS OF THE PROCESS OF DIVIDING GRAIN INTO PARTS IN A HORIZONTAL ROTARY CRUSHER

Abstract. The grain grinding machines provide the required grain size distribution and reveal the nutrients contained in them. At the same time, the shape and location of the working bodies determine the method of separating the initial grain material into parts, which significantly affects the energy consumption of the grinding process. Impact, abrasive and compressive effects on the original caryopses have proven themselves well in flour milling (mills), where it is necessary to obtain fine grinding (particles less than 1 mm), but at the same time, for example, hammer crushers cannot provide the proper quality of the finished product with an average grinding modulus (particles from 1 to 2 mm). To compare the theoretical values with the actual ones, we carried out an experiment on crushing caryopses in an experimental horizontal rotary crusher and on an installation for cutting caryopses. The quality of the process was assessed by the indicator of the actual efficiency of grinding $\Phi_{\text{ри}}$. In the study of the separation into parts of a single caryopsis, it was determined that the resulting «shear-shearing» force $F_{\text{р}}$ is compensated by the shear force $F_{\text{ср}}$, the inertia force $F_{\text{и}}$ and the friction force $F_{\text{тр.з}}$ from the grain, and the force $F_{\text{ср}}$ is up to 99% of $F_{\text{р}}$. The theoretically calculated value of $F_{\text{р}}=81.6$ N coincides with the known data, which is in the range of 20...90 N. It has been established that during «shearing-shearing», especially in dynamics, there is a shock load, which contributes to the separation of the seed into 3 or more parts, and with a static cut, it is usually divided into 2 parts. Based on the results of the tests carried out when grinding wheat, it is possible to take the circumferential speed of the rotor $v_{\text{р}} \approx 5$ m/s, when the specific energy consumption of the process is $N_{\text{уд}} \approx 1.5$ W·h/kg, and the actual efficiency of grinding wheat $\Phi_{\text{ри}}=57.5$, that is, the evenness of the particle size distribution the finished product is up to 98%.

Keywords: seed, division, particle size distribution, horizontal rotary crusher, energy consumption, quality of the grinding process.

Введение. Для использования зерновых материалов в корм сельскохозяйственным животным применяются различные технологии и измельчающие машины, которые обеспечивают необходимый гранулометрический состав и раскрывают питательные вещества, заложенные в зерне от природы.

Тип измельчителя, форма и расположение его рабочих органов определяют, используемый в нём способ разделения на части исходного зернового материала, который в значительной мере влияет на энергоёмкость технологического процесса измельчения.

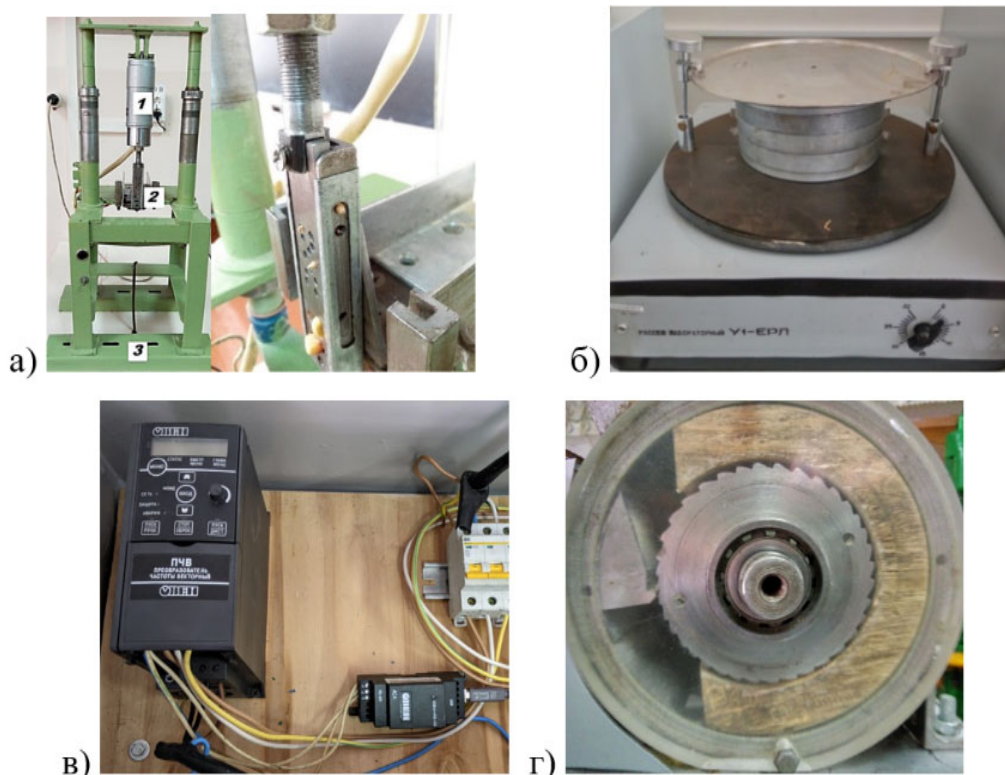
В большинстве известных универсальных измельчителях используется ударное, истирающее и сжимающее воздействие на исходные зерновки. Использование данных способов воздействия приводит к перерасходу энергии и отсутствию возможности управления процессом разделения на части зерновок из-за хаотичности движения и непредсказуемости взаимодействия исходного продукта с рабочими органами в измельчающей полости. Такие методы хорошо зарекомендовали себя в мукомольном производстве (мельницы различных конструкций), где необходимо получать тонкий помол (частицы менее 1 мм), но при этом, например, молотковые дробилки не могут обеспечить должного качества готового продукта при среднем модуле помола (частицы от 1 до 2 мм) [1, 2, 3].

Для решения этих проблем ученые разрабатывают новые конструкции измельчающих машин, у которых в основе воздействия на материал используются менее энергоемкие способы – скалывание и срез [4, 5, 6].

Исходя из описанного выше, определенный интерес представляет обоснование процесса разделения на части исходной зерновки в горизонтальной роторной дробилке известной конструкции [7, 8, 9].

Основная часть. Материалы и методы. Теоретический анализ проводился в соответствии с основами теоретической механики, физики и основывался на известных исследованиях, проводимых различными учеными. Эксперименты проводились по стандартным методикам на сертифицированном и изготовленном оборудовании, при помощи лицензированного программного обеспечения и точных измерительных приборов.

Для сравнения теоретических значений с фактическими нами был проведен эксперимент по измельчению зерновок в экспериментальной горизонтальной роторной дробилке [9] (рисунок 1, г), подключенной через преобразователь частоты векторный ПЧВ1 фирмы ОВЕН (рисунок 1, в) и на установке для среза зерновок [10, 13], состоящей из электропривода 1, элемента среза с тензозвеном – 2 и рамы 3 (рисунок 1, а). Элемент среза установки позволяет испытывать различные зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес, кукуруза и др.). Для получения точных значений усилий среза $F_{ср}$ использовалось тензометрическое оборудование с преобразователями сигналов АЦП-ЦАП, ЭВМ и программное обеспечение ZetLab.



а) – установка для среза зерновок, б) – рассев лабораторный У1-ЕРЛ с ситами, в) – подключение ПЧВ1 и г) – измельчающая полость экспериментальной горизонтальной роторной дробилки

Рис. 1 – Общий вид используемого оборудования и его элементов:

При помощи установки для среза и тензометрического оборудования определяли статическое и динамическое усилия среза вдоль и поперек зерновок. Для определения производительности и энергоёмкости процесса использовали экспериментальную горизонтальную роторную дробилку, которая подключалась к питанию через ПЧВ1. Для оценки гранулометрического состава готового зернового материала использовали комплект сит с диаметром отверстий от $\varnothing 0,25$ до 3 мм и лабораторный рассев (рисунок 1, б).

Качество разделения зерновок на части оценивали показателем фактической результативности процесса измельчения $\Phi_{\text{ри}}$ [10, 11, 12], который более информативен по сравнению со степенью измельчения и модулем помола, так как характеризует не средний размер частиц, а фактический размер частиц в общей массе.

Теоретическая часть. Как показал анализ [9, 10] горизонтальная роторная дробилка должна иметь оптимальную форму паза ротора, которая позволяет транспортировать и удерживать зерновку в нем до ее среза, то есть противодействовать инерционным силам, возникающим при его вращении. «Скалывание-срез» при этом осуществляется за счет применения схемы – «острие по острию» (рисунок 2).

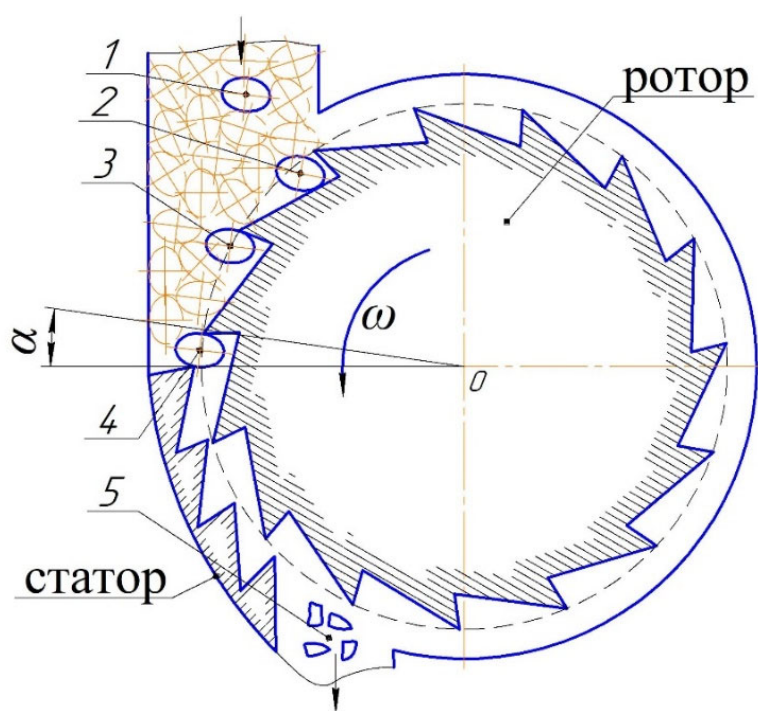


Рис. 2 – Схема движения зерновки в измельчающей полости горизонтальной роторной дробилки

Зерновка 1, попадая в измельчающую полость через загрузочное окно, находится в общей массе исходного продукта. Далее её 2 захватывают рифли вращающегося ротора, и происходит транспортирование зерновки 3 к зоне разделения её на части. При этом инерционные силы стараются вытолкнуть зерновку из пазов ротора. В момент разрушения зерновка 4 заклинивается между рифлями ротора и статора и происходит ее «скалывание-срез» по углу α . Для достижения необходимой степени помола 5 регулируют количество рифлей на статоре.

Далее рассмотрим процесс разделения этой зерновки на части в момент «скалывания-среза». Упростим схему сил, действующих на неё, убрав наименее значимые составляющие (рисунок 3).

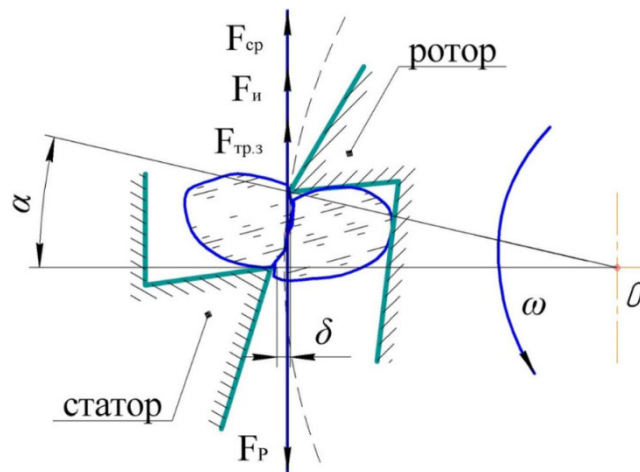


Рис. 3 – Схема «скалывания-среза» зерновки в горизонтальной роторной дробилке

Как видно из схемы на рисунке результирующая сила «скалывания-среза» F_p компенсируется силой среза F_{cp} , силой инерции F_i и силой трения $F_{тр.з}$ зерновки:

$$F_p = F_{cp} + F_i + F_{тр.з} \quad (1)$$

Сила среза определяется по формуле:

$$F_{cp} = \tau \cdot A_{cp}, \quad (2)$$

где τ – критическое контактное напряжение на «срез-скалывание» зерновки, Н/м²;

A_{cp} – площадь среза (скола) зерновки, м², можно определить из эквивалентного диаметра зерновки D_3 [14].

Сила инерции F_i определялась по формуле:

$$F_i = \frac{m_{ч.з} v_p^2}{D_3} \quad (3)$$

где $m_{ч.з}$ – масса части зерновки ($m_{ч.з} \approx m_3/2$) в пазу ротора, образовавшейся во время среза, кг;

v_p – окружная скорость ротора, м/с;

D_3 – длина (эквивалентный диаметр зерновки) среза, м.

Сила трения $F_{тр.з}$ создается инерционной силой массы $m_{ч.з}$:

$$F_{тр.з} = m_{ч.з} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot k_{тр.з}, \quad (4)$$

где $k_{тр.з}$ – коэффициент внутреннего трения зерновки (например, по данным [16] для пшеницы находится в пределах 0,45...0,75).

Тогда формулу (1) перепишем как:

$$F_p = \tau \cdot \frac{\pi D_3^2}{4} + \frac{m_{ч.з} v_p^2}{D_3} + m_{ч.з} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot k_{тр.з} \quad (5)$$

Используя известные данные [13, 14, 15, 16], теоретически можно рассчитать F_p при окружной скорости ротора $v_p = 2 \dots 8$ м/с для зерновки твердой пшеницы (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение составляющих результирующей сил среза от окружной скорости ротора при разделении на части зерновки пшеницы

Сила/Скорость	$v_p = 2$ м/с	$v_p = 5$ м/с	$v_p = 8$ м/с
F_p , Н	81,64	81,77	82,02
F_{cp} , Н	81,62		
F_i , Н	0,02	0,15	0,39
$F_{тр.з}$, Н	0,001	0,006	0,02

Из таблицы видно, что значение силы $F_{ср}$ значительно выше, чем сил $F_{тр.з}$ и $F_{и}$ и составляет до 99% от $F_{р}$. Таким образом именно сила среза $F_{ср}$ будет в большей мере определять энергетические затраты на процесс измельчения в горизонтальной роторной дробилке.

Рассчитанное теоретически значение $F_{ср}=81,6$ Н совпадает с известными данными по усилиям на срез (скалывание) зерновок пшеницы, которое находится в пределах 20...90 Н [13, 14, 16]. Такой разброс в значениях объясняется различными физико-механическими свойствами и геометрией рабочих органов, а также зависит от динамической составляющей процесса. Поэтому учитывать силы трения $F_{тр.з}$ и инерции $F_{и}$ необходимо при расчете общей энергоемкости процесса разделения на части исходного зернового материала в момент среза (скалывания). Так как на практике в дробилке одновременно разделяется на части большое количество зерновок, данные силы будут зависеть от длины ротора и частоты его вращения.

Экспериментальная часть. Как видно из таблицы 2 статическое значение силы среза $F_{ср}$ до 2,6 раз выше динамического. Это объясняется тем, что процесс среза при малой линейной скорости постепенно превращается в скалывающее воздействие, из-за первоначального ударного воздействия на зерновку быстро вращающимися рифлями на роторе. При этом в случае ударной нагрузки разделяемая зерновка распадается на 3 и более части (рисунок 4, а), а при статичном срезе, как правило, на 2 части (рисунок 4, б).

Таблица 2 – Сравнение экспериментальных данных по статическому и динамическому усилию на срез (скалывание) единичной зерновки при нулевом зазоре $\delta=0$ между рабочими поверхностями

Вид культуры	Сила среза $F_{ср}$, Н в статике (при линейной скорости $v = 0,2$ м/с)	Сила среза $F_{ср}$, Н в динамике (при линейной скорости $v = 7,5$ м/с)
Пшеница	101,5	50,8
Ячмень	142,5	55,7
Овес	59,8	39,0
Кукуруза	224,5	86,2

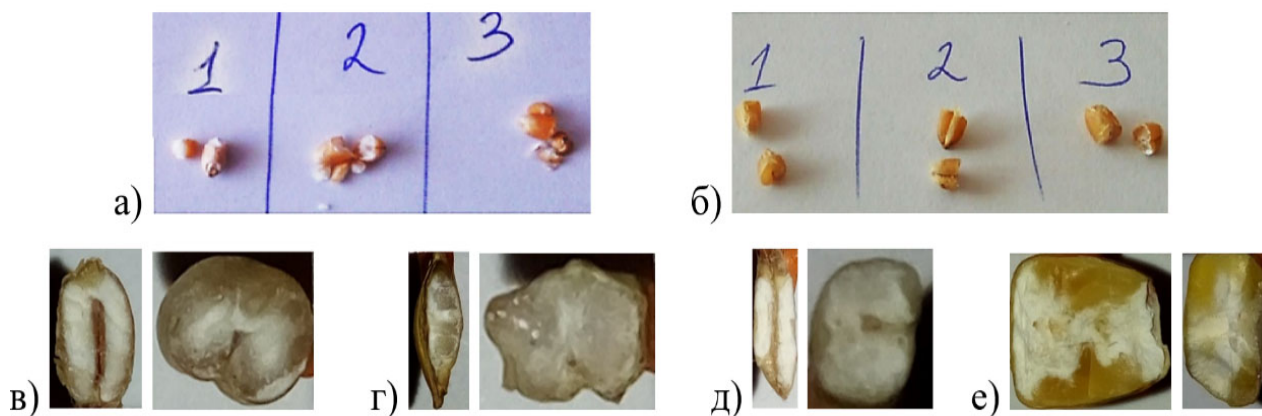


Рисунок 4 – Фото зерновок пшеницы при динамическом (а) и статическом (б) «срезе-скалывании» и фото зерновок, срезанных вдоль и поперек, соответственно; в) – пшеница; г) – ячмень; д) – овёс; е) – кукуруза

Гранулометрический состав готового продукта, выраженный показателем фактической результативности, изменяется с увеличением частоты вращения ротора и влияет на удельную энергоемкость процесса измельчения зерновых материалов в горизонтальной роторной дробилке (рисунок 5).

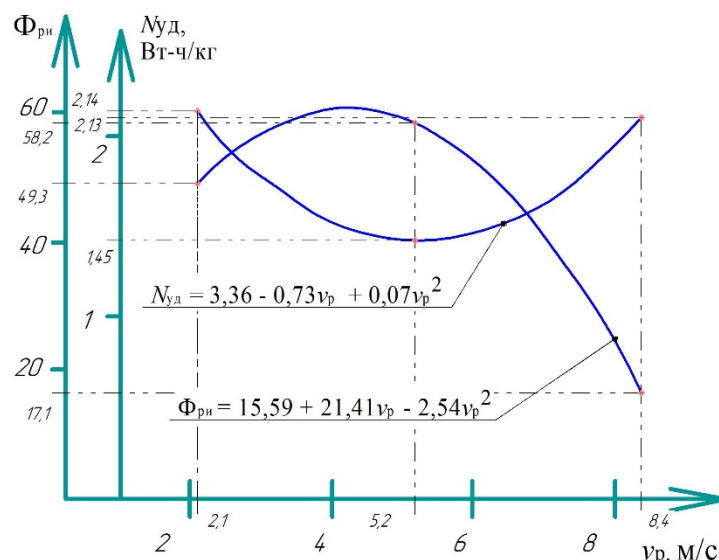


Рисунок 5 – Зависимость удельных энергозатрат $N_{уд}$ и фактической результативности $\Phi_{ри}$ от окружной скорости ротора v_p при измельчении пшеницы (длина ротора $l=0,06$ м, рабочий зазор $\delta \approx 0$ мм)

В данном случае оптимальную окружную скорость ротора при измельчении пшеницы можно принять $v_p \approx 5$ м/с, когда удельная энергоёмкость процесса $N_{уд} \approx 1,5$ Вт·ч/кг, а фактическая результативность измельчения пшеницы $\Phi_{ри} = 57,5$, что соответствует выравненности гранулометрического состава до 98%.

Для повышения эффективности и надёжности процесса измельчения в горизонтальной роторной дробилке необходимо искать баланс между окружной скоростью и качеством процесса разделения на части зерновки при прочих равных конструктивных условиях для достижения лучших показателей производительности и энергоёмкости процесса.

Заключение. Значение силы $F_{ср}$ составляет до 99% от общих затрат сил на «срез-скалывание» F_p при измельчении единичной зерновки. Таким образом сила среза будет в большей мере определять энергетические затраты на процесс разделения зерновок на части в горизонтальной роторной дробилке и при измельчении массы зернового продукта.

Статические значения силы среза до 2,6 раз меньше чем динамические, так как при росте линейной скорости в момент среза (скалывания) к срезающему воздействию добавляется ударное, что снижает энергетические затраты, но приводит к неконтролируемому увеличению степени измельчения готового продукта.

В качестве оптимального режима работы горизонтальной роторной дробилки при измельчении пшеницы можно принять окружную скорость ротора $v_p \approx 5$ м/с, когда удельная энергоёмкость процесса $N_{уд} \approx 1,5$ Вт·ч/кг, а фактическая результативность процесса измельчения $\Phi_{ри} = 57,5$. При этом качество готового продукта соответствует зоотехническим требованиям не только по среднему размеру частиц в общей массе, но и по выравненности гранулометрического состава до 98%.

Библиография

1. ГОСТ Р 54379-2011. Крупка комбикормовая. Технические условия.
2. Healy, B.J., J.D. Hancock, G.A. Kennedy, P.J. Bramel-Cox, K.C. Behnke, and R.H. Hines. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. J. Anim. Sei. 72:2227.
3. Искендеров Р.Р., Лебедев А.Т. Молотковые дробилки: достоинства и недостатки // Вестник АПК Ставрополя. 2015. №1(17). С. 27-30.
4. Сабиев, У.К. Повышение однородности гранулометрического состава измельченного материала в измельчителе центробежно-роторного действия / У.К. Сабиев, В.В. Фомин, И.У. Сабиев // Вестник Алтайского государственного университета №4 (78), 2011, С. 82-84.
5. Сергеев, Н.С. Центробежно-роторные измельчители «ИЛС» для переработки фуражного зерна и семян рапса [Текст] / Н.С. Сергеев // Зоотехния. 2007. № 5. С. 27-28.
6. Теоретическое сравнение роторной и вальцовой дробилок при измельчении зерновых / Р.Р. Искендеров, В.В. Очинский, Р.Д. Искендеров // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. Сборник

научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016». 2016. С. 54-58.

7. Обоснование конструктивных параметров горизонтального роторного агрегата для дробления фуражного зерна / Лебедев А.Т., Искендеров Р.Р., Шумский А.С. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 5. С. 9-13.

8. Пат. 2546228 Российская Федерация, МПК В 02 С 4/28. Роторная дробилка / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Р.Р. Искендеров и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ. № 2013153573/13; заявл. 03.12.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

9. Iskenderov R. Constructive and regime parameters of horizontal impact crusher of grain materials / R. Iskenderov, A. Lebedev, A. Zacharin, P. Lebedev, N. Marjin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012057.

10. Искендеров Р.Р. Повышение эффективности процесса измельчения зерновых материалов в горизонтальной роторной дробилке: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Искендеров Рамиль Рашидович. Ставрополь, 2017. 190 с.

11. Iskenderov R. Evaluating effectiveness of grinding process grain materials / R. Iskenderov, A. Lebedev, A. Zacharin, P. Lebedev // В сборнике: Engineering for Rural Development 17. Сер. «17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings» 2018. С. 102-108.

12. Лебедев А.Т. Ресурсосберегающие направления повышения надежности и эффективности технологических процессов в АПК: монография. / Ставрополь. 2012. 376с.

13. Лебедев А.Т. Экспериментальные исследования измельчения зерна срезом / А.Т. Лебедев, Р.Р. Искендеров, А.С. Шумский // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: сборник научных трудов конференции / Белгород, 2018. С. 117-120.

14. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. / Л.: Колос, Ленинградское отделение. 1978. 560с.

15. Сыроватка В.И., Бледных В.В., Сергеев Н.С. Результаты резания фуражного зерна // Доклады РАСХН №3. М.: 2008.

16. Иванов А.В. Исследование процесса измельчения единичных зерен / А.В. Иванов, Ж.В. Арбузова, Е.Ю. Сеница // Хранение и переработка сельхозсырья. 1999. № 5. С. 13-14.

References

1. State standard GOST R 54379-2011. Mixed feed grits. Technical conditions [Mixed feed grits. Technical conditions].

2. B.J. Healy, J.D. Hancock, G.A. Kennedy, P.J. Bramel-Cox, K.C. Behnke, and R.H. Hines. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs [Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs] / J. Anim. Sei. 72: 2227.

3. Iskenderov R.R., Lebedev A.T. Hammer crushers: advantages and disadvantages [Hammer crushers: advantages and disadvantages] // Bulletin of the agro-industrial complex of Stavropol. 2015. No. 1 (17). S. 27-30.

4. Sabiev U.K. Increasing the uniformity of the granulometric composition of the crushed material in a centrifugal-rotor grinder [Increasing the uniformity of the granulometric composition of the crushed material in a centrifugal-rotor grinder] / U.K. Sabiev, V.V. Fomin, I.U. Sabiev // Bulletin of Altai State University №4 (78), 2011, pp. 82-84.

5. Sergeev N.C. Centro-rotary grinders "ILS" for the processing of forage grains and colza seeds [Centro-rotary grinders "ILS" for the processing of forage grains and colza seeds] / N.C. Sergeev // Zootechnia. 2007. - No. 5. - С. 27-28.

6. Theoretical comparison of rotary and roller crushers when grinding grain [Theoretical comparison of rotary and roller crushers when grinding grain] / R.R. Iskenderov, V.V. Ochinsky, R.D. Iskenderov // Actual problems of scientific and technical progress in the agro-industrial complex. Collection of scientific articles of the XII International Scientific and Practical Conference, in the framework of the XVIII International Agroindustrial Exhibition "Agrouniversal - 2016". 2016. S. 54-58.

7. Justification of the design parameters of the horizontal rotor unit for crushing forage grain [Justification of the design parameters of the horizontal rotor unit for crushing forage grain] / Lebedev A.T., Iskenderov R.R., Shumsky A.S. // Agricultural machines and technologies. 2018. Vol. 12. No. 5. P. 9-13.

8. Pat. 2546228 Russian Federation, IPC B 02 C 4/28. Rotary crusher [Rotary crusher] / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, R.R. Iskenderov and others; applicant and patentee Stavropol State Agrarian University. No. 2013153573/13; declared 03.12.2013; publ. 10.04.2015, Bul. No. 10.

9. Iskenderov R. Constructive and regime parameters of horizontal impact crusher of grain materials [Constructive and regime parameters of horizontal impact crusher of grain materials] / R. Iskenderov, A. Lebedev, A. Zacharin, P. Lebedev, N. Marjin // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019.2019, p. 012057.

10. Iskenderov R.R. Increasing the efficiency of the process of grinding grain materials in a horizontal impact crusher [Increasing the efficiency of the process of grinding grain materials in a horizontal impact crusher]: dis ... cand. tech. sciences: 05.20.01 / Iskenderov Ramil Rashidovich. - Stavropol, 2017. - 190p.

11. Iskenderov R. Evaluating effectiveness of grinding process grain materials / R. Iskenderov, A. Lebedev, A. Zacharin, P. Lebedev // In the collection: Engineering for Rural Development 17. Ser. "17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings" 2018. S. 102-108.

12. Lebedev A.T. Resource-saving directions for increasing the reliability and efficiency of technological processes in the agro-industrial complex: monograph [Resource-saving directions for increasing the reliability and efficiency of technological processes in the agro-industrial complex]. Stavropol SAU. 2012. 376 s.

13. Lebedev A.T. Experimental studies of grain grinding with a cut [Experimental studies of grain grinding with a cut] / A.T. Lebedev, R.R. Iskenderov, A.S. Shumsky // Actual problems of agroengineering in the XXI century: collection of scientific papers of the conference / Belgorod, 2018. - pp. 117-120.

14. Melnikov S.V. Mechanization and automation of livestock farms [Mechanization and automation of livestock farms] / L.: Kolos, Leningrad branch. - 1978. - 560s.

15. Syrovatka V.I., Blednykh V.V., Sergeev N.S. The results of cutting fodder grain [The results of cutting fodder grain] // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences No. 3. Moscow: 2008.

16. Ivanov A.V. Investigation of the process of grinding single grains [Investigation of the process of grinding single grains] / A.V. Ivanov, Zh.V. Arbuzova, E. Yu. Sinica // Storage and processing of agricultural raw materials. 1999. No. 5. С. 13-14.

Сведения об авторах

Искендеров Рамиль Рашидович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. +7 918-762-34-67, e-mail: iskenderov_ramil@inbox.ru

Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: lebedev.1962@mail.ru

Марьин Николай Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: nikolamarin@mail.ru

Павлюк Роман Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru

Information about authors

Iskenderov Ramil Rashidovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, tel. +7 918-762-34-67, e-mail: iskenderov_ramil@inbox.ru

Lebedev Anatoly Timofeevich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, e-mail: lebedev.1962@mail.ru

Marin Nikolay Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, e-mail: nikolamarin@mail.ru

Pavlyuk Roman Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, e-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru

А.В. Коломейченко, И.С. Кузнецов, И.Н. Трусов

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ТОЛЩИНУ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований толщины электроискровых покрытий наносимых установкой БИГ-4 на подготовленные образцы из стали марки X12 электродом из нихрома марки X20N80, нанесение электроискровых покрытий производили при постоянной частоте вибратора на двух технологических режимах R6 и R7 при изменяемой величине энергии импульсов на каждом режиме в пределах 0,4-1 Дж. Наносимые электроискровые покрытия обладают пористостью 30-40%, с целью последующего нанесения модифицирующей композиции для повышения антифрикционных свойств. Описываются методики подготовки образцов для проведения измерений с указанием приборов и расходных материалов. В работе представлены фотографии исследуемых образцов с нанесенными покрытиями. В ходе исследования были произведены измерения толщины нанесенного электроискрового покрытия вихревым толщиномером ВТ-201. По результатам измерений произведен расчет средней толщины электроискровых покрытий, после чего построена гистограмма зависимости средней толщины электроискрового покрытия от величины энергии импульсов. Установлено что, при работе установки в режиме R6 получаются наиболее стабильные показатели толщины электроискрового покрытия, а при работе в режиме R7 возможно получение электроискрового покрытия наибольшей толщины.

Ключевые слова: электроискровая обработка, электроискровое покрытие, толщина, измерение, энергия импульсов.

EFFECT OF PROCESS CONDITIONS OF ELECTRIC SPARK TREATMENT ON COATING THICKNESS

Abstract. The article presents the results of studies of the thickness of electrospark coatings applied by the BIG-4 installation on prepared samples of steel grade X12 with an electrode made of nichrome grade X20N80; electrospark coatings were applied at a constant frequency of the vibrator in two technological modes R6 and R7 with a variable value of pulse energy in each within 0.4-1 J. The applied electrospark coatings have a porosity of 30-40%, with the aim of the subsequent application of a modifying composition to increase antifriction properties. The methods of preparation of samples for carrying out measurements are described, indicating instruments and consumables. The work presents photographs of the samples under study with applied coatings. In the course of the study, the thickness of the applied electrospark coating was measured with a VT-201 vortex thickness gauge. Based on the measurement results, the average thickness of the electrospark coatings was calculated, after which a histogram of the dependence of the average thickness of the electrospark coating on the value of the pulse energy was constructed. It was found that when the installation is operating in the R6 mode, the most stable indicators of the thickness of the electrospark coating are obtained, and when operating in the R7 mode, it is possible to obtain an electrospark coating of the greatest thickness.

Key words: electric spark treatment, electric spark coating, thickness, measurement, pulse energy.

Введение. С развитием современной техники повышаются требования к надежности и долговечности деталей машин и агрегатов, что в свою очередь стимулирует развитие методов поверхностного упрочнения и повышения рабочих поверхностей деталей сельскохозяйственной техники. В зависимости от условий эксплуатации в промышленности применяются различные методы поверхностного упрочнения деталей, но с учетом всех их достоинств, применяемые методы не в полной мере удовлетворяют современным требованиям к эффективности, экономичности и универсальности технологического процесса. В связи с этим на современном этапе развития техники существует необходимость в разработке простого, для освоения в промышленном производстве, но в тоже время эффективного и экономичного метода упрочнения и повышения износостойкости поверхностей трения деталей сельскохозяйственной техники [1,13,14].

Наиболее перспективными методами поверхностного упрочнения деталей машин различного назначения можно считать методы с применением высококонцентрированных потоков энергии, к которым относится электроискровая обработка (ЭИО), позволяющая получать покрытия с высокими физико-механическими и триботехническими свойствами [1,2].

Формирование электроискрового покрытия (ЭИП) на поверхности обрабатываемой детали происходит в результате сложных плазмохимических и теплофизических процессов. В

результате ЭИО на поверхности детали формируется покрытие, в состав которого входит материал катода, модифицированный элементами материала анода и межэлектродной средой, а толщина получаемого покрытия зависит от материала электрод - инструмента и выбранного режима работы источника питания установки [2,11,12].

Методы исследования. Для исследования толщины ЭИП в качестве подложки использовали бруски размером 250×50×15 мм из стали марки Х12 ГОСТ 5950-2000, так как данная марка стали используется для изготовления шестерен и валов машин и агрегатов, которые склонны к износам в течение срока эксплуатации. Образцы, предварительно отшлифованные до $Ra \leq 0,32$ мкм, затем промывали в ацетоне и просушивали на воздухе [4,5,6]. В качестве электрода использовали прутки из нихрома марки Х20Н80 диаметром 4 мм. Нанесение электроискрового покрытия производилось установкой БИГ-4 на следующих режимах: R6 - E=0,4 Дж, R6 - E=0,6 Дж, R6 - E=0,8 Дж, R6 - E=0,1 Дж, R7 - E=0,4 Дж, R7 - E=0,6 Дж, R7 - E=0,8 Дж, R7 - E=1 Дж при постоянной амплитуде колебания вибратора.

Измерение толщины ЭИП осуществляли с помощью вихретокового толщиномера ВТ-201. Измерения производились согласно ГОСТ Р 51694-2000. Перед проведением измерений толщиномер ВТ-201 был откалиброван при помощи образца основания Д16 и меры толщины 1035 мкм [7, 8]. На поверхности каждого образца производилось по четыре контрольных измерения, после чего вычислялось среднее арифметическое для каждой группы измерений, которое является средней толщиной покрытия [9].

Результаты исследования и их обсуждение. ЭИП возможно получить с пористостью в диапазоне 30 - 40%. Для повышения антифрикционных свойств подвижного соединения получившиеся поры заполняются эпоксидной композицией с красящим пигментом и шлифуются до соотношения 70% ЭИП и 30% модифицирующая композиция. Фото образцов с ЭИП, полученным на различных режимах и указанной выше пористостью, показано на рисунке 1.



Рис. 1 – Образцы с нанесенным ЭИП

Результаты исследования позволяют констатировать, что ЭИП, полученные обработкой стальной подложки электродами из нихрома Х20Н80 имеют различную толщину в зависимости от режима нанесения и энергии импульсов. Данные измерений и расчетов представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1 ЭИП, нанесенное на образцы из стали марки Х12 электродом из нихрома марки Х20Н80, имеет различную толщину, которая изменяется от 151 мкм до 373 мкм в зависимости от режима нанесения и величины энергии импульсов. Для выбора наиболее оптимального режима ЭИО нанесение ЭИП осуществляли при постоянной частоте колебаний вибратора на режимах R6 и R7 и при изменяемой энергии импульсов на каждом режиме в интервале 0,4...1 Дж [10, 11]. Для большей наглядности результаты измерений были обработаны в программе Microsoft Excel и построена гистограмма зависимости средней толщины ЭИП от величины энергии импульсов на каждом исследуемом режиме [10]. Гистограмма представлена на рисунке 2.

Таблица 1 - Результаты измерений толщины ЭИП

Режим нанесения покрытия	Энергия импульсов E, Дж	№ измерения	Толщина покрытия, мкм	Средняя толщина покрытия, мкм
R6	0,4	1	317	267
		2	288	
		3	204	
		4	259	
R6	0,6	1	213	193,75
		2	182	
		3	212	
		4	168	
R6	0,8	1	178	183,75
		2	209	
		3	171	
		4	177	
R6	1	1	199	198
		2	197	
		3	201	
		4	195	
R7	0,4	1	197	202,75
		2	219	
		3	187	
		4	208	
R7	0,6	1	154	155
		2	155	
		3	151	
		4	160	
R7	0,8	1	356	351
		2	373	
		3	351	
		4	324	
R7	1	1	286	260
		2	251	
		3	236	
		4	267	

Как видно из рисунка 2, средняя толщина покрытий, наносимых в режиме R6, изменяется в диапазоне 183...267 мкм в зависимости от величины энергии импульсов, а в режиме R7 в интервале 155...351 мкм. При нанесении ЭИП в режиме R6 их средняя толщина при энергии импульсов E=0,6; 0,8 и 1 Дж, соответственно равна 193,8 мкм, 183,8 мкм и 198 мкм, что свидетельствует о стабильности процесса ЭИО при работе установки в режиме R6 [2, 3].

Анализируя результаты полученные результаты исследований при работе установки в режиме R7 видно, что получилось достичь наибольшей толщины ЭИП равной 351 мкм при энергии импульсов E=0,8 Дж.

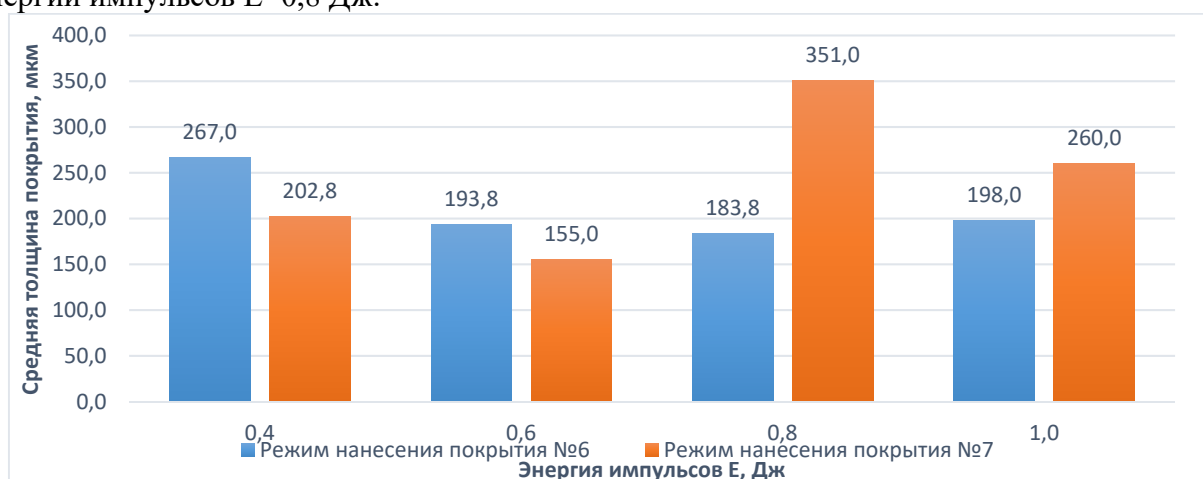


Рис. 2 - Зависимость средней толщины ЭИП от величины энергии импульсов

Вывод. Анализ полученных результатов проведенных исследований показал, что при работе установки для ЭИО БИГ-4 в режимах R6 и R7, наиболее стабильные показатели по толщине наносимого ЭИП получаются при ее работе в режиме R6, а наибольшая толщина наносимого ЭИП получается при ее работе в режиме R7 и энергии импульсов $E=0,8$ Дж.

Библиография

1. Коломейченко А.В. Оценка размера искровых разрядов между электродами при электроискровой обработке деталей / А.В. Коломейченко, В.З. Павлов, И.С. Кузнецов // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 112. № 1. С. 75-79.
2. Коломейченко А.В. Оценка мощности поверхностных тепловых источников, возникающих при электроискровой обработке деталей машин / А.В. Коломейченко, В.З. Павлов, И.С. Кузнецов // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 112. № 2. С. 143-149.
3. Kuznetsov I.S. Process of mass transfer of amorphous alloys under low-voltage electric spark treatment / I.S. Kuznetsov, A.V. Kolomeichenko, V.Z. Pavlov // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2017. Т. 53. № 4. С. 333-338.
4. Кузнецов И.С. Исследование массопереноса нанокристаллического сплава 5БДСР при низковольтной электроискровой обработке / И.С. Кузнецов, А.В. Коломейченко // Технология металлов, 2018. С. 13-17.
5. Пастухов А.Г. Методика и результаты критериальной оценки инструмента электроискрового наращивания / А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная // Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2019. № 2(22). С. 67-78.
6. Агеев Е.В. Исследование свойств электроэрозионных порошков и твердого сплава, полученного из них изостатическим прессованием и спеканием / Е. В. Агеев, Р. А. Латыпов, Е.В. Агеева // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия, 2014. № 6. С. 51-55.
7. Агеев Е.В. Электроискровое легирование ножей куттера электродами из вольфрамсодержащих электроэрозионных порошков/ Е.В Агеева, Е.В. Агеев, Р.Е. Абашкин, В.Ю. Карпенко // Сборник научных трудов 2-ой Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Юго-Западного государственного университета в 2-х томах, 2014. С 11-14.
8. Velichko S.A. Surface profile formed by electric discharge machining / S.A. Velichko, A.V. Martynov, A.V. Kolomeichenko // Russian engineering research, 2019. № 11. P. 982- 985.
9. Алимбаева Б.Ш. Синтез нанокompозитных покрытий с повышенными физико-механическими свойствами методом электроискрового легирования / Б.Ш. Алимбаева, Д.Н. Коротаев, Ю.К. Машков // Омский научный вестник. 2013. № 2(120). С. 133-136.
10. Алимбаева Б.Ш. Физико-механические свойства и структурно-фазовое состояние конструкционной стали 15ХГН2ТА при электроискровом легировании в различных технологических условиях / Б.Ш. Алимбаева, Д.Н. Коротаев, Ю.К. Машков, А.Ф. Мишуров // Упрочняющие технологии и покрытия. 2013. № 11. С. 3-5.
11. Черноиванов В.И. Состояние и перспективы применения электроискровых технологий в ремонтном производстве / В.И. Черноиванов // Труды ГОСНИТИ. 2010. Т.106. С. 19-24.
12. Иванов В.И. Критерии оценки эффективности формирования поверхностного слоя и его свойств при электроискровом легировании / В.И. Иванов, А.Д. Верхотуров, Л.А. Коневцов // Технология машиностроения. 2016. № 12. С. 5-14.
13. Коротаев Д.Н. Оптимизация технологических режимов электроискрового легирования деталей трибосистем / Д.Н. Коротаев, Ю.К. Машков // Трение и износ. 2009. Т.30. №2. С. 146-151.
14. Верхотуров А.Д. Влияние природы электродных материалов на эрозию и свойства легированного слоя. Критерии оценки эффективности электроискрового легирования / А.Д. Верхотуров, В.И. Иванов, А.С. Дорохов, Л.А. Коневцов, С.А. Величко // Вестник мордовского университета, 2018. № 3. С. 302-320.

References

1. Kolomeichenko A.V. Ocenka razmera iskrovyy`x razryadov mezhdru e`lektrodami pri e`lektroiskrovoj obrabotke detalej [Estimation of the size of spark discharges between electrodes during electric spark processing of parts] /A.V. Kolomeichenko, V.Z. Pavlov, I.S. Kuznetsov//Works of GOSNITI. 2013. VOL. 112. NO. 1. P. 75-79.
2. Kolomeichenko A.V. Ocenka moshhnosti poverxnostny`x teplovy`x istochnikov, vznikayushhix pri e`lektroiskrovoj obrabotke detalej mashin [Estimation of power of surface thermal sources arising during electric spark processing of machine parts] /A.V. Kolomeichenko, V.Z. Pavlov, I.S. Kuznetsov//Works of GOSNITI. 2013. VOL. 112. NO. 2. P. 143-149.
3. Kuznetsov I.S. Process of mass transfer of amorphous alloys under low-voltage electric spark treatment / I.S. Kuznetsov, A.V. Kolomeichenko, V.Z. Pavlov // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2017. Т. 53. № 4. P. 333-338.
4. Kuznetsov I.S. Issledovanie massoperenosa nanokristalicheskogo splava 5BDSR pri nizkovol`tnoj e`lektroiskrovoj obrabotke [Study of mass transfer of nanocrystal alloy 5БДСР in low-voltage electric spark processing] /I.S. Kuznetsov, A.V. Koleichenko // Metal technology, 2018. P. 13-17.
5. Pastukhov A.G. Metodika i rezul`taty` kriterial`noj ocenki instrumenta e`lektroiskrovogo narashhivaniya [Methodology and results of the criterion assessment of the electric spark building tool] /A.G. Pastukhov, I. Sh. Berezhnaya // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects, 2019. No. 2 (22). P. 67-78.

6. Ageev E.V. Issledovanie svoystv e`lektroe`roziionny`x poroshkov i tverdogo splava, poluchennogo iz nix izostaticheskim pressovaniem i spekaniem [Study of the properties of electroerosion powders and hard alloy obtained from them by isostatic pressing and sintering] /E.V. Ageev, R. A. Latypov, E.V. Ageev//News of higher educational institutions. Non-ferrous metalurgy, 2014. No. 6. P. 51-55.
7. Ageev E.V. E`lektroiskrovoye legirovanie nozhej kuttera e`lektrodami iz vol`framsoderzhashhix e`lektroe`roziionny`x poroshkov [Electrospark doping of cutter knives with electrodes made of tungsten-containing electroerosion powders] / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, R.E. Abashkin, V.Yu. Karpenko//Collection of scientific works of the 2nd International Scientific and Technical Conference dedicated to the 50th anniversary of Southwestern State University in From, 2014. P. 11-14.
8. Velichko S. A. Surface profile formed by electric discharge machining / S.A. Velichko, A.V. Martynov, A.V. Kolomeichenko // Russian engineering research, 2019. № 11. P. 982- 985.
9. Alimbayeva B.Sh. Sintez nanokompozitny`x pokry`tij s povy`shenny`mi fiziko-mexanicheskimi svoystvami metodom e`lektroiskrovogo legirovaniya [Synthesis of nanocomposite coatings with improved physical and mechanical properties by electric spark doping method] / B.S. Alimbayev, D.N. Korotayev, Y.K. Mashkov//Omsk Scientific Journal. 2013. № 2(120). P. 133-136.
10. Alimbayeva B.Sh. Fiziko-mexanicheskie svoystva i strukturno-fazovoe sostoyanie konstrukcionnoj stali 15XGN2TA pri e`lektroiskrovom legirovanii v razlichny`x texnologicheskix usloviyax [Physical-mechanical properties and structural-phase state of structural steel 15XGH2TA during electric-spark alloying under various technological conditions] / B.S. Alimbayeva, D.N. Korotayev, Y.K. Mashkov, A.F. Mishurov//Strengthening technologies and coatings. 2013. № 11. P. 3-5.
11. Chernoyvanov V.I. Sostoyanie i perspektivy` primeneniya e`lektroiskrovoy`x texnologij v remontnom proizvodstve. [State and prospects of application of electric spark technologies in repair production.] / V.I. Chernoyvanov // Works of GOSNITI. 2010. T.106. P. 19-24.
12. Ivanov V.I. Kriterii ocenki e`ffektivnosti formirovaniya poverxnostnogo sloya i ego svoystv pri e`lektroiskrovom legirovanii [Criteria for assessing the efficiency of surface layer formation and its properties in electro-spark doping] / V. I. Ivanov, A. D. Verhotrov, L. A. Konevtsov // Engineering technology. 2016. № 12. P. 5-14.
13. Korotayev D.N. Optimizaciya texnologicheskix rezhimov e`lektroiskrovogo legirovaniya detalej tribosistem [Optimization of technological modes of electric spark doping of tribosystems parts] / D. N. Korotayev, Yu. K. Mashkov // Friction and wear and tear. 2009. T.30. No. 2. P. 146-151.
14. Verkhoturov A.D. Vliyanie prirody` e`lektroodny`x materialov na e`roziyu i svoystva legirovannogo sloya. Kriterii ocenki e`ffektivnosti e`lektroiskrovogo legirovaniya [Influence of nature of electrode materials on erosion and properties of alloyed layer. Criteria for evaluating the effectiveness of electric spark doping] /A.D. Verkhoturov. V.I. Ivanov, A.S. Dorokhov, L.A. Konevtsev, S.A. Velichko // BULLETIN OF MORDOV UNIVERSITY, 2018. No. 3. P. 302-320.

Сведения об авторах

Коломейченко Александр Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом перспективных технологий Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, e-mail: a.kolomiychenko@nami.ru

Кузнецов Иван Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры надежности и ремонта машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина, д. 69, г. Орел, Россия, 302019, тел. +7 4862 43-19-79, e-mail: ivan-654@yandex.ru

Трусов Иван Николаевич, аспирант кафедры надежности и ремонта машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина, д. 69, г. Орел, Россия, 302019, тел. +7 4862 43-19-79, e-mail: trusovivan00@mail.ru

Information about authors

Kolomeichenko Aleksandr Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Advanced Technology Department of Center of Agricultural Engineering, State Research Center of the Russian Federation, FSUE «NAMI», Avtomotornaya St., 2, Moscow, Russia, 125438, tel. +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: a.kolomiychenko@nami.ru

Kuznetsov Ivan Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Reliability and Machine Repair Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», General Rodin St., 69, Orel, Russia, 302019, tel. +7 4862 43-19-79, 302019, e-mail: ivan-654@yandex.ru

Trusov Ivan Nikolaevich, Post-graduate Student of the Reliability and Machine Repair Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», General Rodin St., 69, Orel, Russia, 302019, tel. +7 4862 43-19-79, 302019, e-mail: trusovivan00@mail.ru

А.Н. Макаренко

МЕТОД КРОШАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Аннотация. Одним из главных недостатков, существующих рабочих органов почвообрабатывающих машин с плоскостными деформаторами является некачественное рыхление почвы, так как боковые грани действуют на разрыхляемый пласт однонаправлено. Интенсификация такого воздействия за счет увеличения крутизны постановки боковых плоскостей увеличивает деформационный процесс сдвига. Однако это отрицательно влияет на энергетику процесса и, главное, происходит травмирующее разрушение биоактивных структур почвы до пылевидных, легко эрозируемых водой и воздухом фракций. При работе почвообрабатывающих орудий на почве, находящейся в состоянии физической спелости, не только сохраняется целостность имеющихся структурных агрегатов, но и образуются новые макроагрегаты, характеризующиеся различной степенью водопрочности. Одним из направлений решения проблемы повышения качества производимого крошения, во время обработки почвы, является применение дополнительных крошащих элементов, формируемых наплавкой из твердых износостойких покрытий. Такой подход в сложившихся условиях является перспективным ресурсосберегающим направлением повышения эффективности работы рабочих органов почвообрабатывающих машин с одновременным улучшением их агротехнических и прочностных характеристик.

Ключевые слова: обработка почвы, рабочий орган, крошащий элемент, предел прочности, тяговое сопротивление.

THE METHOD OF CRUSHING ELEMENTS FOR FORMATION OF THE SURFACE OF THE WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES

Abstract: One of the main disadvantages of the existing working bodies of tillage machines with plane deformers is poor-quality loosening of the soil, since the lateral edges act unidirectionally on the loosened layer. The intensification of such an effect due to an increase in the steepness of the setting of the lateral planes increases the deformation process of shear. However, this negatively affects the energy of the process and, most importantly, traumatic destruction of bioactive soil structures to dust-like fractions easily eroded by water and air occurs. When the tillage implements operate on the soil in a state of physical ripeness, not only the integrity of the existing structural aggregates is preserved, but also new macroaggregates are formed, characterized by varying degrees of water resistance. One of the ways to solve the problem of improving the quality of the produced crumbling, during soil cultivation, is the use of additional crumbling elements formed by surfacing from hard wear-resistant coatings. In the current conditions, this approach is a promising resource-saving direction for increasing the efficiency of the working bodies of tillage machines with a simultaneous improvement in their agrotechnical and strength characteristics.

Keywords: tillage, working body, crumbling element, tensile strength, traction resistance.

Механическая обработка почвы - это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий с целью создания оптимальных условий для жизни сельскохозяйственных растений, повышения плодородия и защиты почв от водной и ветровой эрозии [1]. Обработка почвы может быть эффективна тогда, когда она проводится с учетом следующих факторов: свойства почвы, физическая спелость, климатические и погодные условия, требования растений к технологии их возделывания. Обработка почвы влияет на размер почвенных агрегатов, форму их расположения с учетом гранулометрического состава, что обеспечивает лучшее соотношение объемов твердой, жидкой и газообразной фаз почвы, а в итоге регулирует физико-химические, химические и биологические процессы в почвенной среде и обеспечивает ускорение или замедление процессов синтеза или разрушения органического вещества. Обработкой достигается оптимальное строение почвы для возделывания сельскохозяйственных культур [2].

В конечном счете, от изменения различных свойств почвы, в том числе и агрофизических, зависит продуктивность сельскохозяйственных растений. Результат воздействия рабочих органов на почву и величина возникающих при этом сопротивлений зависят от ее механических свойств [3]. Механические свойства почвы оказывают существенное влияние на сам процесс обработки почвы. Так как почва имеет особенное строение, то процессы ее крошения и уплотнения имеют значительные отличия от процессов деформации и разрушения металлов, которые имеют, в отличие от почвы, более однородную структуру и сплошное строение.

При проведении экспериментов необходимо различать прочность связанной почвы и прочность отдельных структурных агрегатов, слабо связанных между собой. Для получения способа крошения почвы с наименьшими энергетическими затратами и с наибольшей эффективностью необходимо знать величину предела прочности при различных видах напряжений.

Анализ источников литературы [2,3] показывает, что почва имеет наименьший предел прочности при растяжении, наибольший - при сжатии, среднее значение предела прочности - при сдвиге. Отсюда следует вывод, что можно добиться эффективного рыхления почвы путем применения деформации растяжения. Применение этого принципа на практике сопряжено с определенными техническими трудностями. Однако, известны удачные попытки создания рыхлителей с активными и пассивными рабочими органами, разрушающими почвенный пласт по линиям наименее прочных связей между структурными агрегатами, т.е. преимущественно путем деформаций растяжения. Но все же применение растяжения наблюдается довольно часто, например, при изгибе почвенного пласта, когда в одной из поверхностей изгиба возникают растягивающие напряжения [4,5].

Характер процесса почвообработки во многом зависит от геометрических параметров рабочего органа и технологических свойств почвы. Но при всем разнообразии рабочих органов почвообрабатывающих орудий геометрическая форма каждого из них сводится к клину, т.е. клин лежит в основе и является прототипом, как культиваторной лапы, так и плужного корпуса. Это значит, что характер воздействия рабочих органов почвообрабатывающих машин можно представить как работу клина. Почва под воздействием простого клина, в зависимости от ее свойств и состояния, может деформироваться разнообразно. В общем виде деформацию почвы можно представить как две последовательные фазы: смятие почвы и разрушение пласта [5].

Каким образом добиться деформации пласта не изменяя полностью всю конструкцию рабочего органа? Это можно сделать путем применения дополнительных крошащих элементов. Простейший крошащий элемент может быть выполнен в виде валика определенного сечения на поверхности рабочего органа почвообрабатывающей машины, а нанести его можно, например, способом ручной электродуговой наплавки твердосплавным материалом, слабо подверженным абразивному износу. В зависимости от вида выполняемых рабочим органом операций схем нанесения может быть бесконечно много. Известны способы нанесения и вдоль режущей кромки лемехов плуга, вдоль режущей кромки крыльев культиваторной лапы [6], точечного выполнения валиков на лапах рыхлителей [7]. При этом выполнение дополнительных крошащих элементов зачастую не только оказывает влияние на деформацию пласта, но и придает рабочему органу дополнительные свойства (повышение прочности, улучшение противозносных свойств, облегчение конструкции или самоформирование рабочей поверхности в процессе работы) [8,9].

Все перечисленное заслуживает определенного внимания и в определенных условиях может принести неплохой результат.

На основании выше сказанного можно отметить следующее:

- в большинстве случаев дополнительные крошащие элементы выполняют из материала, имеющего прочность выше, чем материал самого рабочего органа;
- способ изготовления (нанесения) дополнительных крошащих элементов выбирают исходя из размеров и геометрической формы почвообрабатывающего рабочего органа;
- как правило, все способы являются доступными в условиях даже мелких сельскохозяйственных предприятий;
- применение крошащих элементов не должно ухудшать агротехнические показатели операций по обработке почвы, соотносящихся с рабочими органами;
- должны выполняться требования по условиям подрезания сорняков и обволакивания ими рабочего органа (если таковое имеет место);
- применение дополнительных крошащих элементов не должно оказывать существенного влияния на тяговое сопротивление рабочего органа, в сторону его увеличения, а при определенных условиях даже снижать его.

Рассмотрим способ получения дополнительных крошащих элементов, приведенный в статье [8], согласно которого валик (элемент) выполняется вдоль режущей кромки рабочего органа типа культиваторная лапа, ручной электродуговой наплавкой твердосплавным электродом. Здесь определяются показатели долговечности, но ничего не говорится о прочностных характеристиках полученного дополнительного деформатора и не описано влияние его параметров на тяговое сопротивление рабочего органа.

Объектом исследования являлось покрытие, нанесенное способом ручной электродуговой наплавки наплавочными электродами марки Т590-0-НГ Г-П40 на материал рабочего органа, выполненного из стали марки Ст 3. Перед наплавкой с поверхности детали были удалены продукты коррозии. Наплавку проводили электродами диаметром 4 мм при постоянном токе $I=200$ А обратной полярности. Горение дуги устойчивое, без затухания. Наплавляемый слой гладкий, без пор, раковин и следов разбрызгивания. Растекание хорошее. Адгезия наплавленного слоя с основным материалом хорошая. Отслаивания и непровара нет. Образцы готовили с одно- и последовательным двухслойным наплавлением. При однослойной наплавке толщина наплавленного слоя составила 3 мм, при двухслойной - 5,5 мм. Толщина основного металла 8 мм. Один электрод стандартной длины (примерно 460 мм) позволяет наплавить валик сечением 8×3 мм и длиной примерно 920 мм.

При чрезмерном перегреве детали наплавляемый слой, ввиду повышенной плотности по сравнению с основным материалом, проникает вглубь последнего. При малой толщине детали, возможно, его появление на другой ее стороне. После наплавки охлаждение детали проводили на воздухе. При охлаждении на поверхности наплавленного слоя образуется незначительное количество термических усадочных трещин (примерно 1 на 100 мм наплавляемой поверхности). Микротвердость наплавленного слоя определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке 100 г на микрошлифе образца, вырезанного из наплавленной детали. На рисунке 1 представлено изменение микротвердости по глубине наплавленного слоя.

Плавное снижение твердости в переходной зоне обеспечивает эластичное соединение подложки и наплавляемого металла, что препятствует отслаиванию и скалыванию покрытия.

Установлено, что средняя микротвердость наплавленного слоя составляет при однослойной наплавке составляет 930 кг/мм^2 и 1231 кг/мм^2 – при двухслойной. Микротвердость основного материала Ст. 3 составляет 197 кг/мм^2 . Таким образом, твердость режущей кромки рабочих органов почвообрабатывающих машин после наплавки возрастает в 4,7...6,2 раза. Твердость наплавленного слоя по Роквеллу составляет 51...55 HRC (Таблица 1).

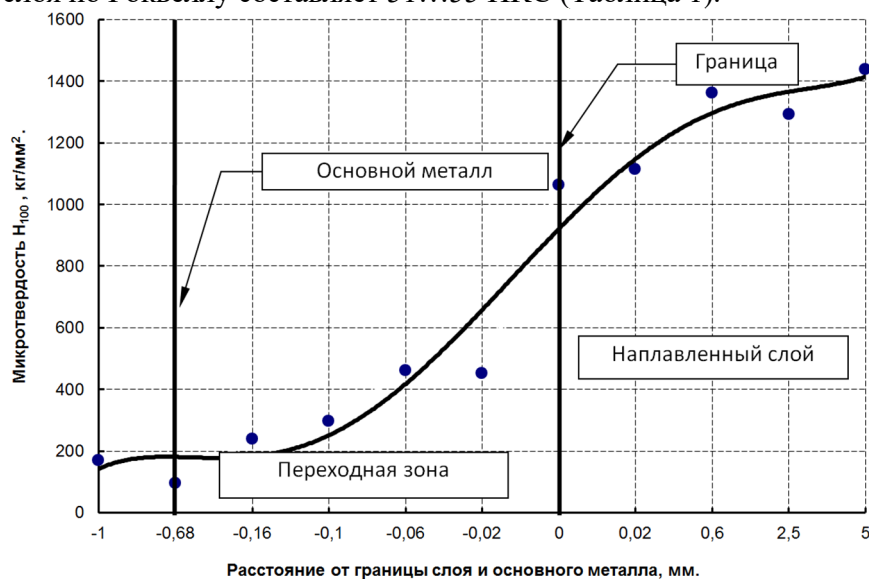


Рис. 1 - Изменение микротвердости по толщине наплавленного слоя

Таблица 1 - Результаты испытаний образцов на твердость

№ образца	№ повторности	Твердость HRCэ	Описательная статистика	
1	1	51	Среднее	53.133
	2	52	Стандартная ошибка	0.322
	3	52	Медиана	53.0
2	1	54	Мода	53.0
	2	53	Стандартное отклонение	1.246
	3	53	Дисперсия выборки	1.552
3	1	55	Экссесс	-0.811
	2	52	Асимметричность	0.225
	3	53	Интервал	4.0
4	1	54	Минимум	51.0
	2	55	Максимум	55.0
	3	53	Сумма	797.0
5	1	53	Счет	15.0
	2	52	Наибольший(1)	55.0
	3	55	Наименьший(1)	51.0

Наплавку контрольных образцов производили в лаборатории сварки с применением режимов наплавки и наплавочных материалов установленных для получения износостойких покрытий. Ширина каждой пластины не менее 150 мм. Подготовка кромок и других технологических элементов производилась идентично подготовке для соответствующей толщины металла. Образцы (рисунок 2) изготавливали следующих размеров (таблица 2).

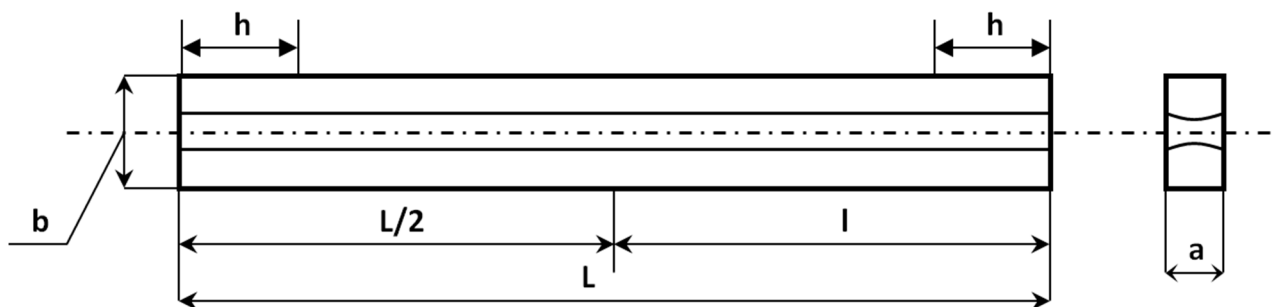


Рис. 2 - Эскиз образца для физико-механических испытаний

Таблица 2 - Размеры образцов для физико-механических испытаний

Размеры, мм			
Толщина основного металла a	Ширина рабочей части образца b	Длина рабочей части образца l	Общая длина образца L
8	20±0,5	60	L=2 l

Все образцы были тщательно осмотрены, замерены, промаркированы. На образцах не наблюдалось видимых дефектов наплавки (пор, шлаковых включений, непроваров, подрезов, трещин, грубых рисок от обработки, выводящих образец за требуемый класс чистоты поверхности, изгиба, отступлений по надрезам). Образцы с указанными дефектами выбраковывались и заменялись новыми. По каждому виду испытаний было не менее трех образцов. Маркировку ставили на нерабочих частях образцов (на торцах под захваты). Испытание образцов на растяжение и изгиб проводились по известным методикам на разрывных машинах Р-5 и Р-50. Результаты испытаний образцов на растяжение представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты испытаний образцов на растяжение

№ образца	Усилие разрыва, Н	Предел прочности, МПа	Основные статистические показатели	
1	16850	381.9	Среднее	402.862
2	17000	385.3	Стандартная ошибка	6.065
3	19000	430.7	Медиана	396.667
4	18500	419.3	Мода	385.333
5	18700	423.9	Стандартное отклонение	23.489
6	17300	392.1	Дисперсия выборки	551.736
7	18200	412.5	Экссесс	-0.808
8	17400	394.4	Асимметричность	0.131
9	17500	396.7	Интервал	81.6
10	19500	442.0	Минимум	360.4
11	15900	360.4	Максимум	442.0
12	17000	385.3	Сумма	6042.933
13	16800	380.8	Счет	15.0
14	17750	402.3	Наибольший(1)	442.0
15	19200	435.2	Наименьший(1)	360.4

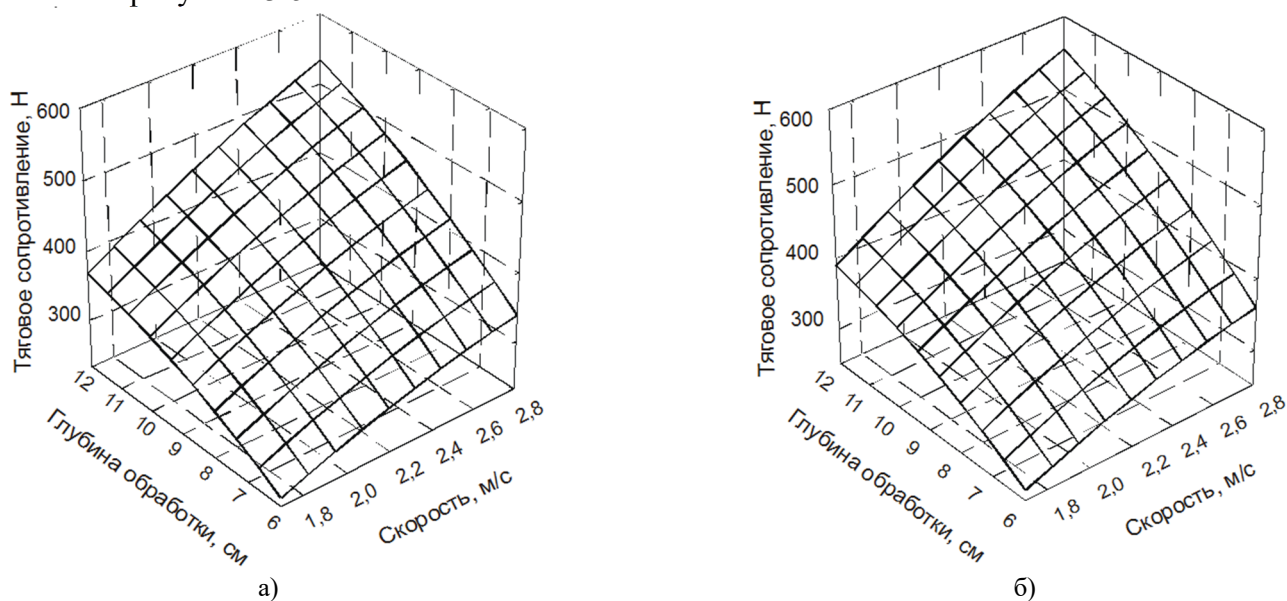
Предел прочности при растяжении у образцов с покрытием, нанесенным способом ручной электродуговой наплавки наплавочными электродами марки Т590-0-НГ Г-П40 на материал из стали марки Ст. 3 составил в среднем 403 МПа, при его значении у стали Ст. 3 – 340 МПа [10]; при изгибе 15,9 МПа, что достаточно при давлении почвы на рабочий орган в 2 МПа.

Влияние конструктивных и технологических параметров крошащего элемента на тяговое сопротивление можно описать следующей математической моделью зависимости тягового сопротивления от скорости движения, глубины обработки и высоты крошащего валика имеет следующий вид:

$$R = -1,741a^2 - 0,64h^2 - 32,922V^2 + 10,732V \cdot a + 170,657V + 11,393h + 33,925a - 230,483, \quad (1)$$

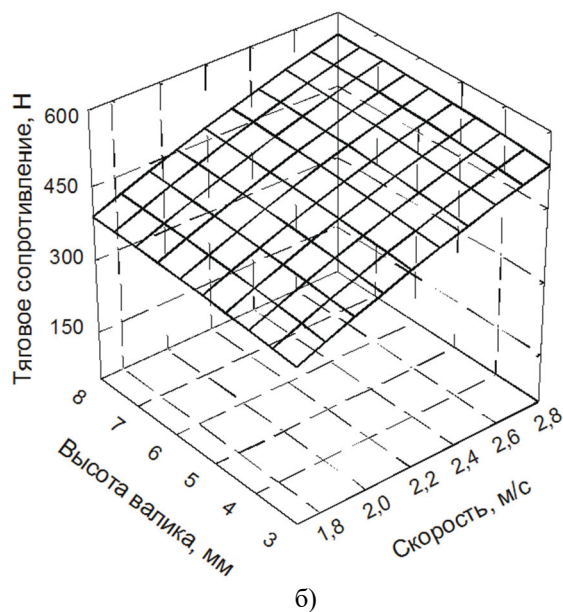
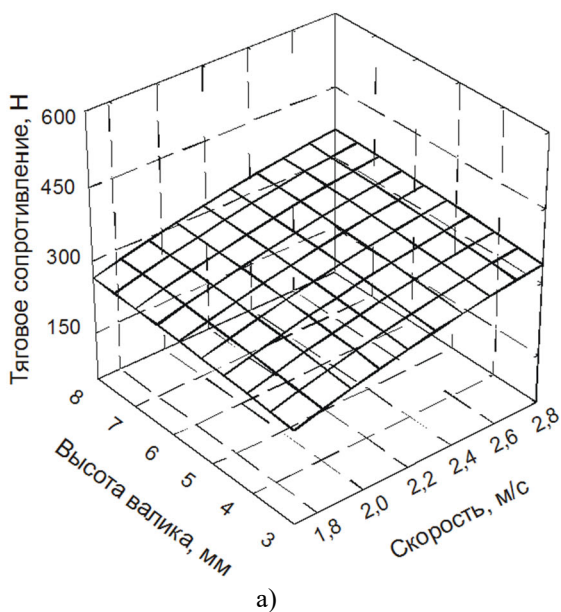
где a – глубина обработки почвы, см;
 h – высота крошащего элемента, мм;
 V – рабочая скорость движения, м/с.

Графическая интерпретация полученной модели представлена в виде поверхностей отклика на рисунках 3-5.



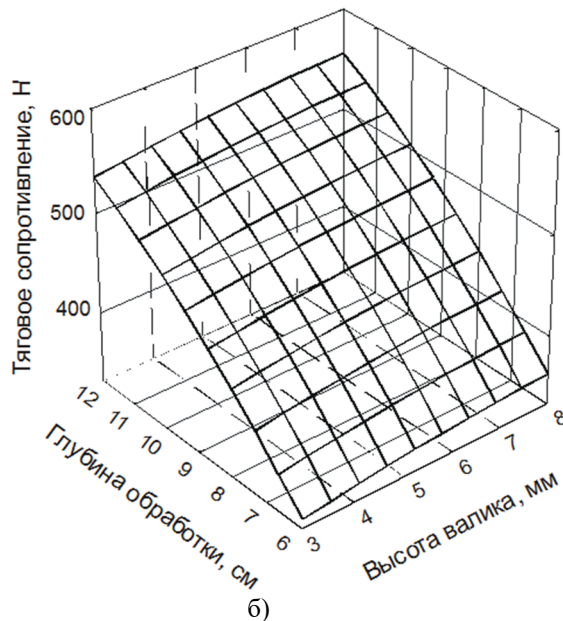
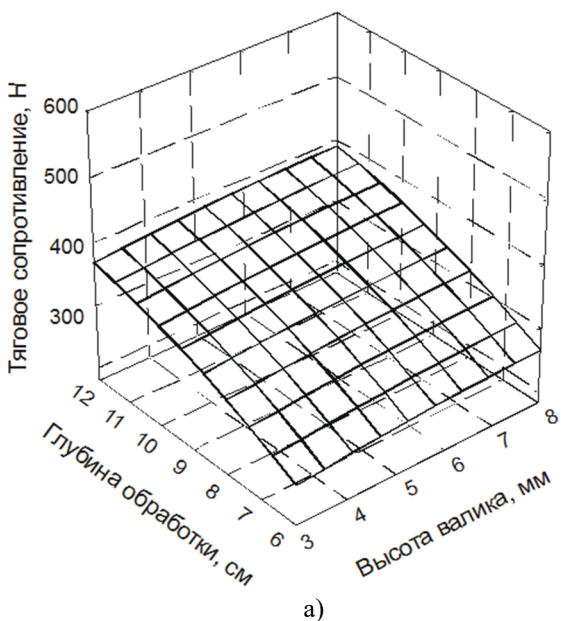
а - при высоте крошащего валика 3 мм; б - при высоте крошащего валика 8 мм

Рис. 3 - Поверхность отклика зависимости тягового сопротивления от глубины и скорости обработки почвы



а - при глубине обработки 6 см; б - при глубине обработки 12 см

Рис. 4 - Поверхность отклика зависимости тягового сопротивления от высоты крошащего валика и скорости обработки почвы



а - при скорости обработки 1,7 м/с; б - при скорости обработки 2,8 м/с

Рис. 5 - Поверхность отклика зависимости тягового сопротивления от глубины обработки почвы и высоты крошащего валика

Полученная зависимость в исследуемой области не имеет экстремумов, и тяговое сопротивление постепенно возрастает при увеличении глубины обработки (а), высоты крошащего валика (б) и скорости движения (V).

Зависимость тягового сопротивления лапы от глубины обработки почвы носит нелинейный характер. В формуле 1 глубина обработки входит в первой степени и как член взаимодействия глубины обработки и скорости движения со знаком плюс, как член второго порядка со знаком минус. Это приводит к тому, что при увеличении скорости движения квадратичный эффект будет проявляться менее ощутимо. В исследуемом диапазоне глубины обработки почвы наибольшее влияние оказывает член второго порядка.

При изменении глубины обработки от 6 до 12 см тяговое сопротивление увеличивается при скорости движения 1,7 м/с и высоте крошащего валика 3 мм на 46,9% (119,25 Н), при скорости движения 1,7 м/с и высоте крошащего валика 8 мм на 44,04% (117,9 Н), при скорости движения 2,8 м/с и высоте крошащего валика 3 мм на 52,2% (192,8 Н), при скорости движения 2,8 м/с и высоте крошащего валика 8 мм на 52,9% (119,86 Н).

Зависимость тягового сопротивления лапы от высоты крошащего валика носит нелинейный характер. В формуле 1 высота крошащего валика входит со знаком плюс как член первой степени и со знаком минус как член второго порядка. Влияние квадратичного эффекта будет мало. С увеличением высоты крошащего валика тяговое сопротивление будет возрастать незначительно.

При изменении высоты крошащего валика с 3 до 8 мм тяговое сопротивление увеличилось при скорости движения 1,7 м/с и глубине обработки почвы 6 см на 10,6% (14,3 Н), при скорости движения 1,7 м/с и глубине обработки почвы 12 см на 7,8% (28,5 Н), при скорости движения 2,8 м/с и глубине обработки почвы 6 см на 8,5 % (28,6 Н), при скорости движения 2,8 м/с и глубине обработки почвы 12 см на 3,9% (21,4 Н).

Зависимость тягового сопротивления лапы от скорости движения носит нелинейный характер. В формуле 1 скорость движения входит со знаком плюс как член первой степени и как член взаимодействия скорости движения и глубины обработки почвы и со знаком минус как член второго порядка.

При изменении скорости движения от 1,7 до 2,8 м/с тяговое сопротивление увеличивается при глубине обработки почвы 6 см и высоте крошащего валика 3 мм на 59,67% (125,2 Н), при глубине обработки почвы 6 см и высоте крошащего валика 8 мм на 37,65% (98,48 Н), при глубине обработки почвы 12 см и высоте крошащего валика 3 мм на 44,9% (165,79 Н), при глубине обработки почвы 12 см и высоте крошащего валика 8 мм на 41,48% (167,72 Н).

На основании выше сказанного можно сделать вывод, что использование метода крошащих элементов при проектировании поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин, является перспективным и заслуживает отдельного внимания.

Библиография

1. Кайванов С.Д. Параметры ресурсосберегающего рабочего органа культиватора для предпосевной обработки почвы под пропашные культуры: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 // ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. Ставрополь, 2018. 113 с.
2. Бурченко В.П., Волобуев В.А. Рациональные рабочие органы для обработки паров // Научные труды ВИМ. Том 135. Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях. М.: ВИМ, 2000. 405 с.
3. Ветохин В. И. К вопросу систематизации пассивных рабочих органов для рыхления почвы на основе физики процесса // Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України: Збірник наукових праць. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2008. Вип. 11(25). С. 113–122.
4. Джаббаров Н.И., Федькин Д.С. Основы оценки энергоэффективности технологических процессов и технических средств обработки почвы // Молочнохозяйственный вестник. 2014. № 4 (16). С.76 - 83.
5. Джаббаров Н.И., Федькин Д.С. Террадинамика почвообрабатывающих машин // Молодой ученый, №11, 2015. С. 311-315.
6. Пат. 2692152 Российская Федерация, В 23 К 9/04. Способ повышения абразивной износостойкости режуще-лезвийной части лемехов плужных корпусов // А.М. Михальченков, А.В. Дьяченко, Н.В. Синяя - 2018118295; заявл. 17.05.2018; опубл. 21.06.2019 Бюл. № 18.
7. Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография. Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. - 200 с.
8. Макаренко А.Н. Повышение долговечности лап культиватора КШУ-12-01 // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 4 (20). С. 3-11.
9. Макаренко А.Н., Мартынова И.В. Рабочий орган культиватора // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). С. 39-53.
10. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.

References

1. Kajvanov S.D. Parametry resursosberegayushchego rabocheho organa kul'tivatora dlya predposevnoj obrabotki pochvy pod propashnye kul'tury: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 [Parameters of a resource-saving working body of a cultivator for pre-sowing soil cultivation for row crops: Dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.20.01] // FGBOU VO Stavropol'skij GAU. Stavropol', 2018. 113 p.
2. Burchenko V.P., Volobuev V.A. Racional'nye rabochie organy dlya obrabotki parov [Intelligent Vapor Handling Tools] // Nauchnye trudy VIM. Tom 135. Mashinnye tekhnologii i tekhnicheskoe obespechenie ustojchivogo proizvodstva zerna v zasushlivykh usloviyah. M.: VIM, 2000. 405 p.
3. Vetohin V. I. K voprosu sistematizacii passivnykh rabochih organov dlya ryhleniya pochvy na osnove fiziki processa [On the issue of systematization of passive working bodies for loosening the soil based on the physics of the process] // Tekhnikotekhnologichni aspekti rozvitku ta viprobuvannya novoї tekhniki i tekhnologij dlya sil'skogo gospodarstva Ukraїni: Zbirnik naukovih prac'. Doslidnic'ke: UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo, 2008. Vip. 11(25). Pp. 113–122.
4. Dzhaborov N.I., Fed'kin D.S. Osnovy ocenki energoeffektivnosti tekhnologicheskikh processov i tekhnicheskikh sredstv obrabotki pochvy [Basics for assessing the energy efficiency of technological processes and technical means of soil cultivation] // Molochnohozyajstvennyj vestnik. 2014. № 4 (16). Pp.76 - 83.
5. Dzhaborov N.I., Fed'kin D.S. Terradinamika pochvoobrabatyvayushchih mashin [Terradinamika tillers] // Molodoj uchenyj, №11, 2015. Pp. 311-315.
6. Pat. 2692152 Rossijskaya Federaciya, V 23 K 9/04. Sposob povysheniya abrazivnoj iznosostojkosti rezhushche-lezvivnoj chasti lemehov pluzhnykh korpusov [Method for increasing the abrasive wear resistance of the cutting-blade part of the plowshares of plow bodies] // A.M. Mihal'chenkov, A.V. D'yachenko, N.V. Sinyaya - 2018118295; zayavl. 17.05.2018; opubl. 21.06.2019 Byul. № 18.
7. Kazakov K.V., Makarenko A.N., Martynova I.V. i dr. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika: monografiya. [Foreign agricultural machinery: monograph] // Moskva; Belgorod: OOO «Central'nyj kollektor bibliotek «BIBKOM», 2016. 200 p.
8. Makarenko A.N. Povyshenie dolgovechnosti lap kul'tivatora KSHU-12-01 [Increasing the durability of the paws of the KSHU-12-01 cultivator] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2018. № 4 (20). Pp. 3-11.
9. Makarenko A.N., Martynova I.V. Rabochij organ kul'tivatora [Cultivator working body] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 1 (21). Pp. 39-53.
10. Zhuravlev V.N., Nikolaeva O.I. Mashinostroitel'nye stali. Spravochnik. [Engineering steels. Directory.] // Izd. 3-e, pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1981. 391 p.

Сведения об авторах

Макаренко Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, доцент, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, кафедра машин и оборудования в агробизнесе, инженерный факультет, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8 (4722) 38-19-48, e-mail: Makarenko_AN@bsaa.edu.ru

Information about authors

Makarenko Alexey Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina», Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Faculty of Engineering, st. Vavilova, 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8 (4722) 38-19-48, e-mail: Makarenko_AN@bsaa.edu.ru

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос применения ЭВМ для автоматизации контроля ряда параметров микроклимата в птицеводческих помещениях. Основной фактор, оказывающий влияние на тип и конструкцию птичника – это климат. Разные климатические условия требуют различных типов системы вентиляции и отопления, а также влияют на значение возможной или желаемой плотности поголовья. В целом, экстремальные условия климата требуют все более сложной системы оборудования и методов контроля микроклимата. В условиях со значительными климатическими вариациями требуется применять отдельные системы вентиляции для холодного и жаркого времени года. Для исследования цех для выращивания цыплят-бройлеров, с целью выбора оптимальных параметров микроклимата, отвечающих поставленным техническим условиям, был использован системный подход. Система представляет комплекс взаимосвязанных элементов, а именно поточно-технологических линий. Успешное решение сложных задач и расчетов осуществляется благодаря современным инновационным технологиям, которые в кратчайшие сроки и с наименьшими ошибками помогают подобрать наиболее оптимальные параметры микроклимата, оперативно осуществлять контроль за всей технологической линией. Перспективным направлением является создание программных продуктов на известных и широко распространенных языках программирования, таких как Visual Basic. Использована известная методика расчета параметров микроклимата и определения корректирующих сигналов исполнительными механизмами. Разработана программа для автоматизированного мониторинга микроклимата помещения для содержания цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: микроклимат, мониторинг, бройлер, птичник.

THE MONITORING SYSTEM OF THE MICROCLIMATIC CONDITIONS FOR THE MAINTENANCE OF BROILER CHICKENS

Abstract. The article discusses the use of computers for automating the control of a number of microclimate parameters in poultry premises. The main factor influencing the type and design of a poultry house is climate. Different climatic conditions require different types of ventilation and heating systems, and also affect the value of the possible or desired population density. In General, extreme climate conditions require an increasingly complex system of equipment and methods for controlling the microclimate. In conditions with significant climatic variations, it is necessary to use separate ventilation systems for cold and hot seasons. A systematic approach was used for the study of the broiler chicken breeding shop in order to select the optimal microclimate parameters that meet the specified technical conditions. The system is a complex of interrelated elements, namely production lines. The successful solution of complex tasks and calculations is carried out thanks to modern innovative technologies that help to select the most optimal microclimate parameters in the shortest possible time and with the least errors, and quickly monitor the entire production line. A promising direction is to create software products in well-known and widely used programming languages such as Visual Basic. A well-known method for calculating microclimate parameters and determining corrective signals to actuators is used. A program has been developed for automated monitoring of the microclimate of a room for keeping broiler chickens.

Keywords: microclimate, monitoring, broiler, poultry house.

Введение. Основной целью производства является создание такого микроклимата, который оптимизирует продуктивность поголовья, способствуя динамичному и равномерному росту птиц и эффективному потреблению корма по отношению к живой массе, и одновременно поддерживают здоровье и благополучие поголовья. Дополнительные системы отопления играют важную роль в создании эффективного микроклимата, особенно, в начальный период производства. Однако, во многих регионах это дополнительное оборудование не требуется в течение более позднего периода. С другой стороны, эффективная вентиляция важна в течение всего периода выращивания, даже при использовании ее одновременно с дополнительными обогревателями для контроля качества воздуха, а не для охлаждения. Таким образом, вентиляция является важнейшим технологическим средством для создания условий, способствующих высокой продуктивности поголовья.

На каждой стадии развития птиц существует такой температурный диапазон, в котором дополнительная энергия, полученная в процессе кормления, превышающая потребность поддержания функции организма, вызывает рост живой массы. В широком диапазоне «температурного комфорта» существует узкая температурная зона (1 или 2°C), в которой птица наиболее эффективно использует энергию для роста [1]. Это зона оптимальной продуктивности. При

адекватном объеме корма и воды эта оптимальная температура не только создаст благополучные условия для поголовья, но и обеспечит максимальную экономическую отдачу от производства.

Следует заметить, что при широком температурном диапазоне, в котором птицы чувствуют себя более или менее комфортно, эта статья использует понятие «зона комфорта», которое означает более узкий диапазон максимального комфорта, т.е. температуру, обеспечивающую максимальную производительность.

Объект и методы исследования. Температура и влажность одновременно указывают на уровень комфортности птицы, но для простоты в следующем тексте мы рассмотрим сначала значение температуры, а затем влажности, и объясним, как их взаимосвязь влияет на птиц. В целом, птица имеет воздушный тип охлаждения. То есть, циркулирующий вокруг птиц воздух передает выделяемое тепло тела птицы в окружающую среду. Птицы не потеют и поэтому не имеют такого прототипа встроенной системы испарительного охлаждения. Они получают небольшой эффект испарительного охлаждения через дыхательную систему. При этом основным видом охлаждения птиц остается прямой обмен температуры тела и температуры окружающего воздуха. Если вы заметили птиц, поднимающих крылья, это указывает на то, что птицам жарко, и они пытаются увеличить площадь тела, которая соприкасается с окружающим воздухом, чтобы увеличить теплообмен.

Для поддержания комфорта полностью оперенной птице требуется значительная разница между температурой в птичнике и температурой тела птицы, которая составляет около 37,8°C. При росте внутренней температуры птичника механизм птицы для выделения избыточного тепла тела становится менее эффективным. Это вызывает рост температуры тела птицы, что ведет к замедлению или прекращению кормления и, следовательно, роста. Если ситуацию не контролировать, это может привести к гибели птицы [2, 3].

В большинстве условий производства можно регулировать температуру воздуха в птичнике удалением внутреннего нагретого воздуха и заменой его более прохладным воздухом снаружи. Так как птицы избавляются от избыточного тепла, выделяя его в окружающий воздух, то чем быстрее воздухообмен в птичнике, тем более эффективно охлаждение птиц. В большинстве случаев при росте температуры наружного воздуха свыше 27°C, требуется включение системы вентиляции для удаления нагретого внутреннего воздуха с необходимой скоростью для поддержания оптимальной температуры птичника.

В дополнение к простому воздушному обмену в птичнике, создание ветрового потока может помочь птицам лучше справиться с высокой температурой. Охлаждение ветром дает птицам ощущение еще более низкой температуры. Например, если температура воздуха в птичнике составляет 32°C (при нормальной влажности), и воздух перемещается со скоростью 2,54 м/сек, это создает птицам ощущение температуры воздуха около 27°C. Этот эффект еще более значителен для молодого стада, которое более чувствительно к холодному воздуху. Туннельная вентиляция создает самое эффективное охлаждение посредством создания ветрового потока. В птичниках, не оборудованных туннельной вентиляцией, можно применять вентиляторы, создающие циркуляцию воздуха.

В экстремальную жару дополнительное охлаждение можно создать с помощью испарения воды в окружающий воздух. Для этого можно применять мелкодисперсное распыление воды или испарительные панели. Испарение воды снижает температуру воздуха. Эффективность охлаждения испарением зависит от эффективности работы вентиляторов, создающих движение воздуха в птичнике, и будет максимальным при умеренной влажности воздуха [4, 5].

Помимо сказанного, следует заметить, что птица может переносить более высокую температуру в течение дня, если ночью температура падает на 14°C или более по сравнению с максимальной температурой днем. Прохладной ночью птица способна избавиться от избыточного тепла, накопленного телом в течении дня. Включение вентиляторов в ночное время способствует движению воздуха и созданию более низкой ночной температуры. Утром птица чувствует себя свежее, что положительно влияет на продуктивность и снижает риск отхода птицы в течение дня при высокой температуре в птичнике.

Птица теряет часть избыточного тепла при дыхании. Вот почему можно видеть тяжело дышащих птиц при перегреве. Охлаждение через дыхание является как бы аварийной системой охлаждения, которая включается, когда температура поднимается на 4-6°C выше температуры «зоны комфорта». Это максимально увеличивает эффект охлаждения при испарении, когда воздух соприкасается с влажной поверхностью легких и дыхательных путей. Этот способ охлаждения наиболее эффективен при сравнительно низкой влажности воздуха. Если в воздухе содержится большой процент влаги, это замедляет испарение влаги из птиц и эффект охлаждения испарением тогда создается менее эффективно.

Цель исследования – создать автоматизированную систему мониторинга параметров микроклимата помещения для содержания цыплят-бройлеров на языке программирования Visual Basic.

Обобщенный алгоритм работы (исключая технологические расчеты оптимальных параметров микроклимата) программы изображен на рис. 1.



Рис. 1 - Блок-схема алгоритма работы приложения

Результаты и обсуждение. Интегрированная электронная система контроля микроклимата обеспечивает контроль микроклимата поголовья 24 часа в день. Такие системы достаточно дороги, но расходы позже компенсируются более высокой продуктивностью птиц в связи со снижением значительных колебаний температуры выше и ниже нормативного диапазона. Как демонстрируется на рисунке 2, электронное контрольное устройство может гарантировать контроль температуры в пределах 1,1°C, в то время, как механический термостат допускает колебания температура на 3-4°C в обе стороны. Кроме этого, встроенная система контроля снижает потребность трудозатрат на настройку индивидуальных контрольных устройств, как например, термостаты [6, 7]. Однако, при этом требуется квалифицированный менеджер для управления электронной системой контроля.

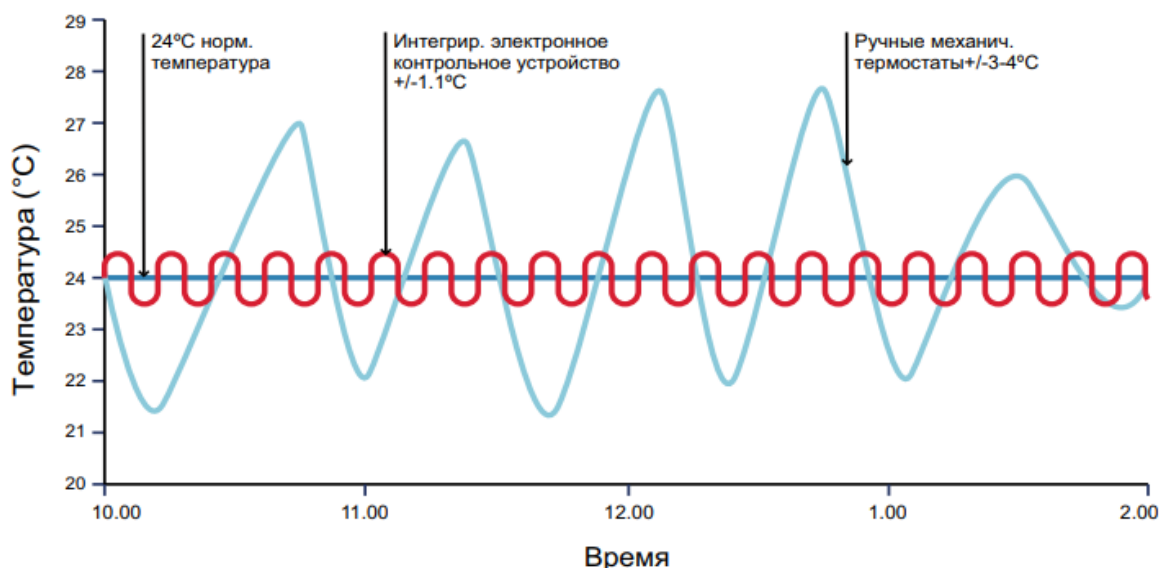


Рис. 2 - Температурный график, интегрированной электронной системы

Обучение управлению системой контроля микроклимата не должно представлять особого труда; система оснащена экраном и диалоговой системой управления. Контрольная система должна быть способной обеспечить плавную работу систем обогрева и вентиляции, без вмешательства в функционирование одной системы в другую. Она не должна допускать также автоматического переключения птичника с минимальной на переходную или туннельную вентиляцию с испарительным охлаждением (и обратно). Система должна иметь достаточное число каналов приема данных, чтобы не было необходимости в дополнительных контакторах. Важным элементом эффективной системы контроля микроклимата является адекватная встроенная защита против колебаний напряжения и импульсов перенапряжения в линиях электропередачи.

Эффективная система контроля должна включать зональный контроль, который позволяет менеджеру устанавливать температурные сенсорные датчики в различных точках птичника, и задавать контрольному устройству режим, который позволяет использовать различные наборы сенсорных датчиков для различных условий [8].

Например, при использовании половины площади птичника для брудерного периода, система контроля может регулировать минимальную вентиляцию, используя только сенсорные датчики, установленные в брудерной зоне и работать только от сенсоров в точке расположения вентиляторов в торце птичника при использовании туннельной вентиляции в жаркое время года.

Эффективная система контроля включает в себя сбор данных и дисплей, позволяющий контролировать температуру в птичнике в различные интервалы времени за последние 24 часа, или в течение всего периода производства. Эта функция очень важна при возникновении нарушений микроклимата. Дистанционный мониторинг и контроль осуществляемые, обычно, с помощью компьютера, являются важными элементами системы контроля, которые позволяют менеджеру проверить климатические условия птичника из его офиса и принять меры при выявлении нарушений микроклимата.

Чем больше в птичнике установлено оборудования контроля микроклимата, тем больше появляется необходимость создания дублирующей и отказоустойчивой системы для предупреждения катастрофических потерь в случае отказа системы контроля. В птичнике с натуральной вентиляцией должен быть термостат, подключенный к системе открытия штор, который обеспечит их закрытие при появлении избыточной температуры. В птичнике с комбинированной системой вентиляции также необходимо иметь автоматическое закрытие штор при отключении электричества. В современном бройлерном производстве необходимо иметь запасной генератор, он может не только предупредить катастрофические последствия, но и поддерживать нормальное функционирование системы при отключении электричества.

Интегрированная система контроля также требует дублирующей программы с помощью независимого контрольного устройства, которое позволяет системе контроля работать только в рамках допустимых условий, обычно, плюс или минус 5,5°C. Дублирующее контрольное устройство должно работать от независимого температурного сенсорного датчика, установленного в середине птичника.

Требуется также иметь в производстве систему сигнализации, которая подает сигнал при нарушении какой-либо технологической функции, например, температуры, электроэнергетики, работы насоса воды и т.д. Кроме местной сигнализации, эффективна также дистанционная система сигнализации, включающая связь через систему набора и сигнала телефонной связи. Один очень полезный сигнальный датчик встроены в систему контроля приточных форточек и активируется колебаниями статического давления. Он улавливает и передает колебания статического давления и, являясь независимым от основного контрольного устройства, может действовать, как средство защиты основной системы. Все дублирующие и отказоустойчивые системы должны быть как можно более независимы, то есть не иметь риска выключения при неисправности какой-либо другой системы.

Исходя из вышесказанного была разработана программа для ЭВМ на языке программирования Visual Basic, отвечающая за мониторинг микроклимата в помещении для содержания бройлеров (рис. 3). Программа работает с датчиками и исполнительными механизмами оборудования микроклимата посредством однопроводной линии (1-Wire) [9, 10].



Рис. 3 - Система мониторинга микроклимата в УНИЦ «Агротехнопарк»

Система управления микроклиматом в птичнике позволяет накапливать и организовывать беспроводную передачу информационно-аналитического материала на удаленный сервер для оценки эффективности работы оборудования и применяемых технологий. АСУ микроклиматом птичника обеспечивает контроль и управление состоянием исполнительных механизмов, за счет которых параметры искусственно созданной на территории фермы внешней среды фиксируются на установленном уровне. При этом полностью и содержания соблюдаются требования методик, описывающих весь цикл правильного выращивания той или иной породы.

Система предусматривает три режима работы: автоматический, ручной и аварийный. С ее помощью накапливаются и по беспроводным или проводным каналам передаются массивы данных, на основе которых в дальнейшем оценивается эффективность функционирования ап-

паратуры и технологической базы. АСУ контролирует температуру и влажность в разных зонах внутри помещений птичника, воздухообмен и разрежение, исполнительные узлы, освещение, энергоснабжение, мощность и потребление электричества (по группам приемников), расход воды.

Объектами управления системы являются разгонные, боковые вытяжные и туннельные вентиляторы (и жалюзи); клапаны воздухопроводов; преобразователи частоты; теплогенераторы; охладители; увлажнители; сервоприводы (на приточных форточках и вытяжных каминах); резервное питание.

Беспроводная диспетчеризация реализуется с помощью радиомодулей 2,4 ГГц или встроенного Wi-Fi. Для обеспечения взаимодействия радиомодема с блоком управления используется интерфейс 1-wire. Диспетчерская оснащается компьютером и аппаратурой связи. На ПК разработано ПО, способное отображать, хранить и выводить на внешние носители информацию о состоянии устройств.

Заключение. Таким образом, использование ЭВМ при мониторинге микроклимата в птицеводческих помещениях позволяет исключить человеческий фактор, произвести оптимальный выбор основных параметров микроклимата, осуществлять контроль за точностью работы штатной системы управления микроклиматом и при необходимости вносить корректирующий сигнал, что в конечном итоге введет к снижению себестоимости производимой продукции и повышению производственных показателей.

Библиография

1. Технология микроклимата бройлерного птичника. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://la.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/310-AA-Environmental-Management.pdf.
2. Соловьев М.С. Энергосберегающая рециркуляционная система микроклимата / М.С. Соловьев, Г.Н. Самарин / Вестник ВНИИМЖ, №1(1) 2011. С. 59-61.
3. Учебное пособие по дисциплине «Технологии механизированных работ в животноводстве» / О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко и др. Белгород: БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. 292 с.
4. Чекризова А.А. Промышленное птицеводство в России / А.А. Чекризова, Е.Г. Мартынова // Горинские чтения. Наука молодых - инновационному развитию АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. Изд-во: Белгородский ГАУ, Белгород, 2019. С. 260-261.
5. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В., Мачкарин А.В., Путиенко К.Н., Рьжков А.В., Саенко Ю.В., Чехунов О.А. Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
6. Чехунов О.А. Технологии механизированных работ в животноводстве / О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко и др. Белгород: БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. 292 с.
7. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин и др. М: КолосС, 2009. 536 с.
8. Цифровое животноводство: перспективы развития / Ю.А. Иванов // Механизация, автоматизация и машинные технологии в животноводстве / ВНИИМЖ. Подольск, 2019. №1(33). С. 4-7.
9. Протокол 1-WIRE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avr.ru/beginner/understand/1wire>.
10. Мартынов Е.А., Мартынова Е.Г. Система мониторинга микроклимата помещения для содержания цыплят-бройлеров. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619379, заявка №2018616182 от 13.06.2018г.; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 06.08.2018 г.

References

1. Tekhnologiya mikroklimate brojlerogo ptichnika [Broiler house microclimate technology]. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://la.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/310-AA-Environmental-Management.pdf.
2. Solov'ev M.S. Energoberegayushchaya recirkulyacionnaya sistema mikroklimate [Energy-saving microclimate recirculation system] / M.S. Solov'ev, G.N. Samarina / Vestnik VNIIMZH, №1(1) 2011. S. 59-61.
3. Uchebnoe posobie po discipline «Tekhnologii mekhanizirovannyh rabot v zhivotnovodstve» [Textbook on the discipline «Technologies of mechanized work in animal husbandry»] / O.A. Chekhunov, A.N. Makarenko, Yu.V. Saenko i dr. Belgorod: BelGSKHA im. V.YA. Gorina, 2014. 292 s.
4. Chekrizova A.A. Promyshlennoe pticevodstvo v Rossii [Industrial poultry farming in Russia] / A.A. Chekrizova, E.G. Martynova // Gorinskie chteniya. Nauka molodyh - innovacionnomu razvitiyu APK. Materialy Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii. Izd-vo: Belgorodskij GAU, Belgorod, 2019. S. 260-261.

5. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural machinery]: monografiya / Kazakov K.V., Makarenko A.N., Martynova I.V., Machkarin A.V., Putienko K.N., Ryzhkov A.V., Saenko YU.V., Chekhunov O.A. Moskva; Belgorod: OOO «Central'nyj kollektor bibliotek «BIBKOM», 2016. 200 s.
6. Chekhunov O.A. Tekhnologii mekhanizirovannyh rabot v zhivotnovodstve [Technologies of mechanized work in animal husbandry] / O.A. Chekhunov, A.N. Makarenko, YU.V. Saenko i dr. Belgorod: BelGSKHA im. V.Ya. Gorina, 2014. 292 s.
7. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / V.M. Bautin, V.E. Berdyshev, D.S. Buklagin i dr. M: KolosS, 2009. 536 s.
8. Cifrovoe zhivotnovodstvo: perspektivy razvitiya [Digital animal husbandry: prospect of development] / Yu.A. Ivanov // Mekhanizatsiya, avtomatizatsiya i mashinnye tekhnologii v zhivotnovodstve / VNIIMZH. Podol'sk, 2019. №1(33) С. 4-7.
9. Protokol 1-WIRE [The 1-WIRE Protocol] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://avr.ru/beginer/understand/1wire>.
10. Martynov E.A., Martynova E.G. Sistema monitoringa mikroklimata pomeshcheniya dlya sodержaniya cyplyat-brojlerov [The monitoring system of the microclimatic conditions for the maintenance of broiler chickens]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registratsii programmy dlya EVM № 2018619379, zayavka №2018616182 ot 13.06.2018g.; zaregistrirovano v Reestre programm dlya EVM 06.08.2018 g.

Сведения об авторе

Мартынов Евгений Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 38-19-48 e-mail: bsaa@list.ru.

Information about authors

Martynov Evgeny Alekseevich, Candidate of Technical Sciences, associate Professor of Department of machines and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 38-19-48, e-mail: bsaa@list.ru.

С. В. Стребков, А. П. Слободюк, А. В. Бондарев

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ JOHN DEERE 512 RIPPER МНОГОСЛОЙНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Аннотация. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур приоритетным направлением считают снижение механических воздействий путем обоснованного сокращения количества технологических операций, а также совмещения несколько операций, осуществляемых одним машинно-технологическим агрегатом, выполняемых за один проход. Один из способов снижения воздействия на почву является исключение оборота пласта, что равносильно отказу от вспашки. Для этого применяют глубокорыхлители различной конструкции. Общим элементом для них являются рабочие органы – металлические износоустойчивые анкеры с режущими и дробящими поверхностями. Тяжелые условия работы, в том числе большая масса агрегата, высокие динамические нагрузки и интенсивный абразивный износ определяют основные показатели надежности конструкции, такие как безотказность, долговечность и ремонтпригодность. Анализ износа анкера в условиях эксплуатации показал, что предельное состояние возникает при средней потере из-за износа 8,5% веса анкера. Результаты микрометрирования показали, что предельное состояние линейно определенное параметром «носок-пятка» наступает при изменении размера на 9,7%, а по параметру «палец-переднее отверстие» – в среднем 16% в сравнении с новой деталью. Следовательно, очевидным фактом является наличие от 84 до 90% неиспользованного остаточного ресурса. В лаборатории восстановления изношенных деталей Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина была разработана технология наплавки фронтальной части анкера с применением термообработанных элементов. Установлено неполное использование ресурса анкера глубокорыхлителя при его замене согласно рекомендации производителя. Наличие остаточного ресурса детали по массе позволяет многократно восстановить его рабочее состояние. Предлагаемая технология восстановления наконечника на 47% дешевле, чем покупка нового при увеличении ресурса на 50%.

Ключевые слова: анкер, рабочий орган, износ, остаточный ресурс, восстановление, наплавка, долговечность.

RENOVATION OF THE WORKING BODY OF THE JOHN DEERE 512 DISK RIPPER WITH MULTI-LAYER FRONT SURFACING

Abstract. Modern technologies of soil cultivation during cultivation of agricultural crops are aimed at reducing mechanical action due to a justified reduction in the number of technological operations, as well as combining several operations on the technological platform of one machine-tractor unit, performed in one pass. One of the ways to reduce the impact on the soil is to exclude formation turnover during continuous tillage (plowing). For this, deep rippers of various designs are used. The common element for them are the working bodies – metalintensive racks with cutting and crushing surfaces. Due to the difficult working conditions, including a large mass of the unit, high dynamic loads and intense abrasive wear, they determine the failure-free, long-eternity and maintainability of the structure. An analysis of the wear of the tip under operating conditions showed that the limiting state occurs when an average loss of 8.5 % of the weight of the tip by weight wear occurs. The results of micrometeringshowed that the limiting state was linearly changed by the “toe-heel” parameter at an average of 9.7 %, and by the “toe-anterior hole” parameter, an average of 16 % of the new value. Therefore, the obvious fact is the presence of 84-90 % of the unused residual resource. In the laboratory of restoration of worn parts of the Belgorod State Agrarian University, the technology of frontal cladding with annealing rollers using heattreated elements was developed to restore the tips of the working bodies of the 512 Disk Ripper. The incomplete use of the resource of the tip of the deep ripper was established when replacing it according to the manufacturer’s recommendations. The presence of the residual resource of the part by mass allows to repeatedly restore its operational state. The proposed technology for restoring the tip is 47 % cheaper than purchasing new ones. Moreover, their resource is increased by 50 %.

Keywords: anchor, working body, wear, residual resource, restoration, surfacing, durability.

Введение. Современные технологии обработки почвы при выращивании сельскохозяйственных культур направлены на снижение механических воздействий за счет обоснованного сокращения количества технологических операций, а также совмещения нескольких операций на технологической платформе одного машинно-тракторного агрегата, выполняемых за один проход. [1-3].

Один из способов снизить воздействие на почву - исключение оборота пласта при сплошной обработке почвы (вспашке). Для этого используются глубокорыхлители различной конструкции. Общим элементом для них являются рабочие органы - металлоемкие стойки с

режущей и дробящей поверхностями. Показатели надежности конструкции, такие как безотказность, долговечность и ремонтпригодность конструкции напрямую зависят от условий работы сельскохозяйственной машины, в том числе большой массы агрегата, высоких динамических нагрузок и интенсивного абразивного износа [4-10].

В случае отказа необходимо восстановить рабочее состояние детали, узла или агрегата. Существующая система сводится к дилерской поставке запчастей и расходных материалов. В этом случае резко возрастают эксплуатационные расходы на поддержание оборудования в рабочем состоянии. Результаты экспериментального восстановления деталей иностранной техники показали, что использование различных технологий позволяет снизить стоимость владения техникой, в частности на приобретение запасных частей. Кроме того, их многократное использование позволяет во многом решать экономические и экологические проблемы машиностроения [11]. Чаще всего выход детали из строя происходит вследствие износа. Существует несколько методов компенсации объемного износа. Заполнение расплавленным металлом не обеспечивает качественной адгезии к основе, не гарантирует необходимого содержания углерода в сплаве, требует специального металлургического оборудования. Газопламенная и электродуговая наплавка приводит к появлению усадочных термических трещин при охлаждении и снижению адгезии к основанию.

Для достижения цели настоящей работы необходимо решить следующие задачи.

1. Разработка технологии восстановления анкера глубокорыхлителя с получением поверхности с улучшенными эксплуатационными свойствами.
2. Обоснование выбора материала для восстановления.
3. Проведение эксплуатационной оценки повышения срока службы обработанных рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Объектом исследования являлись закономерности изменения ресурса анкера в условиях эксплуатации.

Предметом исследования являются эксплуатационные свойства материала, нанесенного на изношенные поверхности.

Материалы и методы исследования. Комбинированный дисковый рыхлитель Ripper 512 (рисунок 1) имеет рабочий орган, состоящий из двух элементов, включает стойку, на которой установлен съемный анкер, предназначенный для рыхления почвы на глубину до 60 см. Анкер напрямую контактирует с абразивом грунта при высоком контактном давлении и в этом отношении является «слабым» конструктивным элементом с ресурсом значительно меньшим, чем срок службы стойки, выход его из строя которого происходит из-за усталости или предельного износа.

Конструкция Ripper 512 обеспечивает повышенную надежность, обеспечивая высокий уровень ремонтпригодности. Это проявляется в замене быстроизнашивающегося элемента - анкера (наконечника), а не всей стойки. Анкер доступен к поставке дилером как запчасть с высокой добавленной стоимостью. Однако их ресурс не увеличен, и производители не предусматривают мер по повышению износостойкости. Ресурс обеспечивает конструкционный материал - высокопрочный чугун, из которого изготовлен наконечник методом литья. Был проведен ряд исследований для оценки возможности проведения ремонтных работ.

В лаборатории восстановления изношенных деталей Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина разработана технология фронтальной облицовки с применением термообработанных элементов для восстановления наконечников анкера дискового рыхлителя 512. Предлагается выполнять электродуговую сварку путем последовательного нанесения слоев расплавленного металла друг на друга с включением термоупрочненных элементов с высоким содержанием углерода. Это снижает термическое растрескивание из-за отжига. Благодаря этой технологии деталь восстанавливается до номинальных параметров. Наплавка проводилась в защитной (углекислотной) газовой среде на сварочном полуавтомате с использованием самофлюсующейся проволоки НП-30Х10Г10Т диаметром 1,2 мм. В качестве термоупрочненного элемента принята полоса из пружинной

стали после термообработки твердостью HRC 50...55. В процессе наплавки специальный метод «отжига валков» исключает возможность «отбеливания» чугуна и образования усадочных трещин. По окончании формирования недостающей части анкера поверхность, контактирующая с абразивом, наплавлялась износостойким материалом с использованием электродов Т590. Экспериментально определены рабочие параметры технологического процесса. Сила тока измерялась шкалой наплавочного аппарата. Весовые параметры определяли с помощью гирь (точность 5 г). Линейные параметры определяли штангенциркулем (точность 0,1 мм, класс 1). Температуру измеряли пирометром С-550.1 в диапазоне 400...1600°С.



Рис. 1. Дисковый рыхлитель John Deere 512

Испытание образцов на долговечность проводилось на машине трения СМТ-1 путем относительного сравнения двух образцов. Ролики изготавливались из анкерного материала с наплавленным слоем. Скорость вращения 500 мин^{-1} , нагрузка 1000 Н, продолжительность 60 мин. Среда представляет собой водную суспензию кварцевого песка. Для обработки экспериментальных данных использовались методы статистического анализа показателей надежности и стандартный пакет прикладных программ Excel.

Результаты и их обсуждение. Анализ износа наконечника в производственных условиях показал (рисунок 2), что предельное состояние наступает при потере в среднем 0,9 кг или 8,5% веса анкера из-за износа. Результаты микрометрирования показали, что линейное изменение параметра «носок-пятка» достигло предела в среднем при уменьшении размера на 34,2 мм или 9,7%, а параметр «отверстие-носок» достиг предела в среднем с износом 65,8 мм или 16% от значений нового анкера. Поэтому очевидным фактом является наличие 84...90% неиспользованного остаточного ресурса анкера. Среднее квадратичное отклонение составило не более 10 г по весовому износу и 1...3 мм по линейному износу.



а)



б)

а) – износ носка анкера в процессе эксплуатации; б) – изношенный и новый анкеры

Рис. 2 - Вид нового и изношенного анкера

Основным технологическим параметром наплавки является сила тока. Экспериментальные исследования показали, что в диапазоне 90...120 А, рекомендованном производителем наплавочного материала, оптимальным является ток 110 А. В этом случае перегрев и дефекты при наплавке (непровар) минимальны (таблица 1). Выбор силы тока производился исходя из температуры нагрева и выхода наплавочного материала (масса проволоки до наплавки деленная на массу наплавленного металла на детали умноженная на 100% равная потере материала в %).

Таблица 1 - Оптимальное значение силы тока при наплавке

Сила тока, А	Температура нагрева детали, °С	Потери материала, %
90	852	8
95	910	6
100	960	3
105	1010	2
<i>110</i>	<i>1012</i>	<i>1</i>
115	1108	4
120	1218	6

Исследования изменения сопротивления поверхности абразивному износу показали (рисунок 3), что отделка фронтальной части термоупрочненным (высокоуглеродистым) элементом увеличивает износостойкость по сравнению с деталью в состоянии поставки в 2,4 раза, а при применении дополнительного износостойкого электродного материала Т590 - в 5,6 раза.



Рис. 3 - Возможность повышения прочности при восстановлении

Восстановленные анкеры по всем геометрическим параметрам соответствовали номинальным размерам нового (рисунок 4).



а)



б)

а) – анкер после наплавки с установленным термоупрочненным элементом; б) – комплект анкеров
глубокорыхлителя на фоне нового

Рис. 4 - Анкер после первой реставрации и полный комплект анкеров

После восстановления и упрочнения наблюдались изменения характера процесса износа (рисунок 5). Уменьшается износ лицевой части, при этом обеспечивается реализация эффекта «самозатачивания». Это приводит к снижению удельного сопротивления рабочего тела.



а)



б)



в)

а) – изношенный анкер со стертой термоупрочненной пластиной; б) – износ носка анкера;
в) – вид справа на изношенный анкер

Рис. 5 - Изменение характера износа анкера

При отработке технологического процесса проверялась возможность многократного восстановления анкера. Разница между технологическим процессом второго и третьего восстановления заключается в количестве нанесенного наплавочного материала. При третьей реставрации расход увеличивается на 3-5% (рисунок 6). Было установлено, что режущая поверхность анкера после третьей реставрации изнашивается в 1,15 раза медленнее, чем анкер после второй реставрации (рисунок 7). Это связано с металлургическими процессами при многократной наплавке.



а)



б)

а) – анкеры после второй реставрации на фоне нового (по центру); б) – анкеры после третьей реставрации

Рис. 6 - Вид анкера после второй и третьей реставрации



а)



б)

а) – износное состояние анкеров после второй реставрации; б) – износное состояние анкеров после третьей реставрации

Рис. 7 - Вид изношенных анкеров после второй и третьей реставрации

Однако возможность восстановления теряется, когда износ по весу превышает 32% от веса нового анкера. Это связано не с износом передней поверхности резания и крошения, а с потерей массы боковых поверхностей анкера и его «крыльев». На рисунке 8 видны остатки ранее отреставрированной и укрепленной поверхности. В этом случае полностью нарушается процесс рыхления.



Рис. 8 - Вид на сильно изношенный анкер, который невозможно восстановить

Эксплуатация в КФХ «Сукмановска» в Белгородской области в реальных условиях показала увеличение ресурса с 600 га до 900 га при глубине обработки 25...30 см на суглинках и супесчаных почвах.

Выводы. Итак, нами констатировано неполное использование ресурса наконечника глубокорыхлителя при его замене согласно рекомендациям производителя. Наличие остаточного ресурса детали по массе позволяет многократно восстанавливать ее эксплуатационное состояние. Предлагаемая технология восстановления анкера фронтальной наплавкой с применением термообработанных элементов и последующим нанесением износостойкого покрытия Т590, восстанавливает его до номинальных размеров и полностью возвращается в рабочее состояние. При использовании наплавочной проволоки НП-

30X10Г10Т диаметром 1,2 мм наплавку следует проводить на токе 110 А. Потенциально ресурс может быть увеличен в 2,44-5,50 раза. В реальных условиях эксплуатации он увеличился в 1,5 раза. Использование этого метода восстановления удешевляет анкеры при первом восстановлении на 47% по сравнению с новыми. Ремонт наконечников увеличивает их ресурс на 50-54%. Третье и последующее обновление ресурса дает сверхприбыль за счет полной амортизации анкеров.

Библиография

1. Скурятин Н. Ф., Сахнов А. В. Повышение эффективности применения минеральных удобрений под пропашные культуры (на примере сахарной свеклы). Москва; Белгород: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 137 с.
2. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров гусеничного движителя трактора // Тракторы и сельхозмашины. 2016. №11. С.30-34
3. Скурятин Н.Ф. др. Способы повышения эффективности использования тракторных транспортно-технологических агрегатов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (58). С. 78-90.
4. Казаков К.В. и др. Зарубежная сельхозтехника: Монография. Москва; Белгород: Центральный сборник библиотек «БИБКОМ». 2016. 200 с.
5. Водолазская Н.В., Стребков С.В. Надежность и работа технических систем. Белгород: Издательство Зебра. 2017. 152 с.
6. Слободюк А.П. О причинах разрушения рессорных стоек дискаторов. // Инновации в сельском хозяйстве: проблемы и перспективы: сборник научных трудов. ФГБОУ ВПО БГСХА им. В. Горина. Белгород: БГСХА, 2014. №2. С. 27-41.
7. Цыпкина И.В., Титова И.И. Разработка способа посева зерновых культур и устройство для его осуществления // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва. Матеріали ІV міжнародної науково-практичної конференції (17-18 травня 2018 р., м. Умань). Умань: Видавець «Сочінський М. М.». 2018. С. 22-23
8. Водолазская Н.В., Шарая О.А., Корнев О.С. Исследование процесса упрочнения поверхностного слоя элементов конструкций машин // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы - материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева. 2020. Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина (Майский). С. 108-112.
9. Шарая, О. А., Пастухов А.Г., Кравченко И.Н. Инженерия поверхности упрочненных деталей : монография. Москва: ИНФРА-М, 2020. 124 с.
10. Сахнов А.В., Новицкий А.С. К вопросу сева пропашных культур // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» (28-29 мая 2019 года): в 2 т. Том 1. п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2019. С. 64
11. Strebkov Sergey, Bondarev Andrey, Slobodyuk Alexey Economic assessment of the recovery of aluminum radiator by gas-dynamic spraying //18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings, May 22-24 2019. Volume 18. pp. 1772-1779.

References

1. Skuryatin N. F., Sakhnov A. V. Povyshenie ehffektivnosti primeneniya mineral'nykh udobrenii pod propashnye kul'tury (na primere sakharnoi svekly) [Improving the efficiency of application of mineral fertilizers under row crops (for example sugar beet)]. Moskva; Belgorod: ОАО «Tsentral'nyi kollektor bibliotek «BIBKOM», 2015. 137 p.
2. Romanchenko M.I. Modelirovanie silovykh parametrov gusenichnogo dvizhitelya traktora [Simulation of power parameters of a crawler tractor] // Traktory i sel'khoz mashiny. 2016. №11. Pp.30-34
3. Skuryatin N.F. dr. Sposoby povysheniya ehffektivnosti ispol'zovaniya traktornykh transportno-tekhnologicheskikh agregatov [Ways to improve the efficiency of using tractor transport and technological units] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 3 (58). Pp. 78-90.
4. Kazakov K.V. i dr. Zarubezhnaya sel'khoztekhnika [Foreign agricultural machinery]: Monografiya. Moskva; Belgorod: Tsentral'nyi sbornik bibliotek «BIBKOM». 2016. 200 p.
5. Vodolazskaya N.V., Strebkov S.V. Nadezhnost' i rabota tekhnicheskikh system [Reliability and operation of technical systems]. Belgorod: Izdatel'stvo Zebra. 2017. 152 p.
6. Slobodyuk A.P. O prichinakh razrusheniya ressonnykh stоек diskatorov. [About the reasons for the destruction of spring racks of discators] // Innovatsii v sel'skom khozyaistve: problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh trudov. FGBOU VPO BGSKHA im. V. Gorina. Belgorod: BGSKHA, 2014. №2. Pp. 27-41.
7. Tsyapkina I.V., Titova I.I. Razrabotka sposoba poseva zernovykh kul'tur i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya [Development of a method for sowing grain crops and a device for its implementation] // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва. Матеріали

IV mizhnarodnoi naukovо-praktichnoi konferentsii (17-18 travnya 2018 r., m. Uman'). Uman': Vidavets' «Sochins'kii M. M.». 2018. Pp. 22-23

8. Vodolazskaya N.V., Sharaya O.A., Kornev O.S. Issledovanie protsessa uprochneniya poverkhnostnogo sloya ehlementov konstruktсии mashin [Study of the process of hardening the surface layer of machine structural elements] // Agrozhenneriya v XXI veke: problemy i perspektivy - materialy Natsional'noi (vserossiiskoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchenoi 30-letiyu inzhenernogo fakul'teta im. A.F. Ponomareva. 2020. Izdatel'stvo: Belgorodskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni V.YA. Gorina (Maiskii). Pp. 108-112.

9. Sharaya, O. A., Pastukhov A.G., Kravchenko I.N. Inzheneriya poverkhnosti uprochnennykh detalei [Surface engineering of hardened parts] : monografiya. Moskva : INFRA-M, 2020. 124 p.

10. Sakhnov A.V., Novitskii A.S. K voprosu seva propashnykh kul'tur [To the question of sowing row crops]// Materialy XXIII mezhdunarodnoi nauchno-proizvodstvennoi konferentsii «Innovatsionnye resheniya v agrarnoi nauke – vzglyad v budushcheE» (28-29 maya 2019 goda): v 2 t. Tom 1. p. Maiskii: Izdatel'stvo FGBOU VO Belgorodskii GAU. 2019. P. 64.

11. Strebkov Sergey, Bondarev Andrey, Slobodyuk Alexey Economic assessment of the recovery of aluminum radiator by gas-dynamic spraying //18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings, May 22-24 2019. Volume 18. Pp. 1772-1779.

Сведения об авторах

Стребок Сергей Васильевич, кандидат технических наук, профессор кафедры технического сервиса в АПК, декан инженерного факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-12-27, email: strebkov_sv@bsaa.edu.ru

Слободюк Алексей Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-12-32, e-mail: slobodyuk_ap@bsaa.edu.ru

Бондарев Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-28-70, e-mail: bondarev_av@bsaa.edu.ru

Information about authors

Strebkov Sergey Vasilievich, candidate of technical Sciences, Professor, Dean of the faculty of engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +7(4722) 39-12-27, e-mail: strebkov_sv@bsaa.edu.ru

Slobodyuk Alexey Petrovich, candidate of technical Sciences, associate Professor of Department of technical mechanics and machine design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel.+7(4722) 39-28-70, e-mail: slobodyuk_ap@bsaa.edu.ru

Bondarev Andrey Vladimirovich, candidate of technical Sciences, associate Professor of technical service in agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel.+7(4722) 39-28-70, email:bondarev_av@bsaa.edu.ru

РЕГИСТРАТОР НЕИСПРАВНОСТИ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ

Аннотация. В статье предложено новое устройство для регистрации неисправности элементов механических трансмиссий. В основе функционирования регистратора неисправности трансмиссии лежит принцип диагностирования по параметру сопутствующего процесса – тепловыделения в результате работы сил трения в диагностируемом узле механической трансмиссии. Аппаратное решение схемы регистратора позволяет диагностировать два параметра – достижение предельно допустимой температуры и увеличение скорости роста температуры. В устройстве применены инфракрасные фотоэлементы, позволяющие измерять температуру бесконтактным методом. В ходе исследований был разработан прибор для регистрации неисправных элементов механических трансмиссий путем непрерывного контроля температуры и автоматической сигнализации о достижении критической температуры и критической скорости повышения температуры. Для оптимизации параметров прибора применялся симулятор электронных схем «Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19». Цель исследования – разработка и оптимизация параметров регистратора неисправных элементов механических трансмиссий. В результате исследования получен патент на полезную модель, содержащий принципиальную схему устройства. Устройство содержит три основных элемента: измерительный мост, компаратор и сигнализатор, совмещенный с устройством памяти. В качестве критериев срабатывания регистратора были выбраны предельные значения температуры 150°C и скорости роста температуры 5°C/мин. Для реализации принципа диагностирования по максимальному и дифференциальному параметрам произведено аналитическое обоснование и подобраны величины сопротивлений плеч измерительного моста. Рассчитанные значения сопротивлений были проверены с помощью симулятора электрических схем, моделирование показало, что регистратор срабатывает как при достижении предельно допустимого значения температуры, так и при увеличении скорости роста температуры свыше критической. В последнем случае регистратор срабатывает до достижения предельного значения температуры. Выявлены перспективы построения аналогичного регистратора, реализованного на принципах цифровой техники. В этом случае можно сократить количество инфракрасных элементов до одного, управлять схемой на основе контроллера, позволяющего оперативно менять настройки для каждого конкретного случая использования регистратора.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, надежность, термодиагностика, симуляция, трансмиссия.

THE REGISTRAR OF THE MALFUNCTION OF THE TRANSMISSION UNITS

Abstract. The article proposes a new device for detecting failure of mechanical transmission elements. The functioning of the transmission fault recorder is based on the principle of diagnosing by the parameter of the accompanying process – heat release as a result of friction forces in the diagnosed mechanical transmission unit. The hardware solution of the recorder circuit allows you to diagnose two parameters – reaching the maximum permissible temperature and increasing the temperature growth rate. Infrared photocells are used in device to measure temperature by non-contact method. In the course of research, a device was developed for detecting faulty elements of mechanical transmissions by continuously monitoring temperature and automatically signaling the achievement of a critical temperature and a critical rate of temperature increase. To optimize the parameters of the device, the «Quite Universal Circuit Simulator V 0.019» electronic circuit simulator was used. The purpose of the study is to develop and optimize the parameters of the recorder of faulty elements of mechanical transmissions. As a result of the study, a patent was obtained for a useful model containing a circuit diagram of the device. Device has three main elements: measuring bridge, comparator and annunciator combined with memory device. The temperature limit values of 150 °C and the temperature growth rate of 5 °C/min were selected as the criteria for the recorder operation. To implement the principle of diagnostics according to maximum and differential parameters, an analytical justification was made and the values of the resistances of the arms of the measuring bridge were selected. The calculated resistance values were checked using an electrical circuit simulator, modeling showed that the recorder operates both when the maximum permissible temperature value is reached and when the temperature growth rate increases. In the latter case, the recorder operated until the temperature limit was reached. Prospects have been identified for the construction of a similar recorder, implemented on the principles of digital technology. In this case, you can reduce the number of infrared elements to one, control the circuit based on the controller, which allows you to quickly change the settings for each specific case of using the recorder.

Keywords: infrared radiation, reliability, thermal diagnostics, simulation, transmission

Введение. Практическая реализация технологий и методов диагностирования элементов механических трансмиссий остается актуальной задачей, обусловленной комплексом объективных факторов [1-7]. Во-первых, значительная доля элементов механических трансмиссий остается неохваченной средствами встроенной (бортовой) диагностики. Во-вторых, применение существующих технологий, методов и средств к диагностированию механических

трансмиссий затруднено по причине сложности выявления необходимых диагностических параметров среди массива возмущающих воздействий, например, при вибро- и термодиагностике. В-третьих, разработка таких средств диагностирования обеспечит реализацию стратегии цифровизации сельского хозяйства [8].

Технология термометрического контроля деталей и узлов механических трансмиссий помимо теоретической базы на основе системного подхода [9] нуждается в обеспечении эффективными средствами измерений. Средство измерения должно иметь достаточную точность для обеспечения технологии диагностирования, выделять или детектировать необходимый сигнал и работать в автоматическом режиме.

Материал и методы. Аналитическое и методическое обоснование методов термодиагностики применительно к элементам механических трансмиссий рассмотрено в работах [10-12]. Нормативный документ [13] предусматривает применение для контроля технического состояния машин методом термографии тепловизоров, позволяющих наблюдать картину температурных полей работающего механического агрегата. Преимущества применения этих приборов заключается в высокой точности измерений и возможности хранения информации в виде фото- и видео файлов. К недостаткам можно отнести высокую стоимость оборудования, необходимость участия квалифицированного оператора и сложность применения для контроля, например, работающих (движущихся) элементов механических трансмиссий [14].

Применение логгеров температуры для мониторинга технического состояния узлов механических трансмиссий позволит обеспечить накопление и дистанционную передачу данных о температуре в нескольких различных точках наблюдения. Недостаток применения этих приборов заключается в необходимости замены элементов питания для каждого датчика температуры.

Известна технология применения термоиндикаторных наклеек, крепящихся к поверхности исследуемого узла и сопряженных тепловыделяющих деталей. При изменении температуры наклейки меняют свой цвет, причем существуют обратимые и необратимые наклейки. Для контроля механических трансмиссий целесообразно применять именно необратимые наклейки, позволяющие оценить изменение температуры после прекращения тепловыделения диагностируемого элемента трансмиссии [15].

На уровне патентных разработок существуют решения для диагностики, например, подшипниковых узлов по параметру достижения критической температуры. В заявленных устройствах применяются как контактные, так и бесконтактные способы измерения температуры. Общим недостатком этих решений является невозможность контроля скорости повышения температуры подшипникового узла, как наиболее информативного диагностического показателя.

В ходе исследований разработан прибор для регистрации неисправных элементов механических трансмиссий путем непрерывного контроля температуры и автоматической сигнализации о достижении критической температуры и критической скорости повышения температуры.

Для оптимизации параметров прибора применялся симулятор электронных схем «Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19».

Цель исследования – разработка и оптимизация параметров регистратора неисправных элементов механических трансмиссий.

Результаты исследования и обсуждения. Регистратор неисправности элементов трансмиссии [16], принципиальная электрическая схема которого приведена на рис. 1, устанавливается на неподвижной части (раме) машины, так, чтобы в фокусе его объектива (на схеме не показан) находилась поверхность диагностируемого объекта. Объектив, направляет инфракрасное излучение на фотоэлементы BL_1 и BL_2 с различной скоростью изменения сопротивления. У фотоэлемента BL_2 скорость изменения сопротивления меньше, чем у фотоэлемента BL_1 . Фотоэлементы вместе с резисторами $R_1...R_3$ включены в цепь измерительного моста, сигнал с которого поступает на компаратор DA_1 , который управляет

тиристором VS_1 , открывающим цепь питания светодиода VD_1 . Светодиод VD_1 находится на панели управления сельскохозяйственной машины, а питание от бортовой сети подается к электрическому разъему XT_1 .

Регистратор срабатывает при двух возможных условиях: повышение температуры выше допустимой, а также в случае увеличения скорости роста температуры выше допустимой.

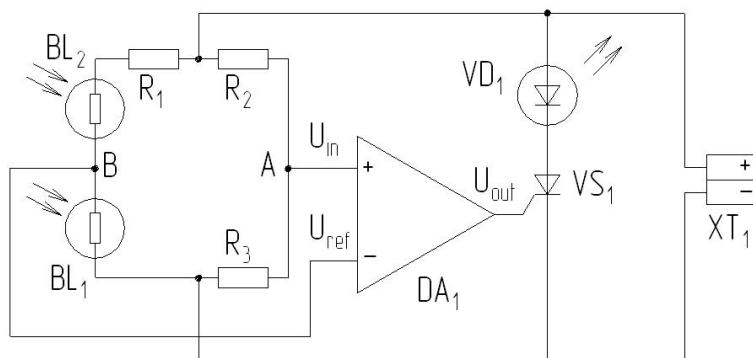


Рис. 1 - Принципиальная электрическая схема регистратора неисправности трансмиссии

Инфракрасное излучение от тепловыделяющего контролируемого объекта трансмиссии поступает на фотоэлементы инфракрасного излучения BL_1 и BL_2 , уменьшая их сопротивление. Сопротивление всех элементов измерительного моста подобрано таким образом, чтобы напряжение порога сравнения U_{ref} было больше входного напряжения U_{in} что обеспечит на выходе компаратора DA_1 отсутствие напряжения или логический «0». Тиристор VS_1 закрыт, индикатор VD_1 не светится – датчик находится в режиме ожидания [17]:

$$\begin{cases} U_{out} = 0 \\ U_{ref} > U_{in} \\ \frac{BL_1}{BL_2 + R_1} < \frac{R_3}{R_2} \end{cases}, \quad (1)$$

где U_{out} – напряжение на выходе компаратора, В;
 U_{ref} – напряжение порога сравнения, В;
 U_{in} – напряжение на входе компаратора, В;
 $BL_1, BL_2, R_1, R_2, R_3$ – сопротивления элементов, Ом.

При увеличенных зазорах в парах трения механических трансмиссий уменьшается их КПД, что приводит к увеличению выхода тепловой энергии и нагреву. При этом сопротивление фотоэлементов инфракрасного излучения BL_1 и BL_2 уменьшается. Как только сопротивление фотоэлементов станет меньше сопротивления ограничительного резистора R_1 равновесие моста нарушится и на вход компаратора DA_1 попадет разница напряжений, обеспечивающая напряжение на его выходе (или логическую «1»). Тиристор VS_1 откроется, а индикатор VD_1 начнет светиться, сигнализируя о неисправности элементов трансмиссии:

$$\begin{cases} U_{out} = 1 \\ U_{ref} < U_{in} \\ \frac{BL_1}{BL_2 + R_1} > \frac{R_3}{R_2} \end{cases}. \quad (2)$$

Для исключения воздействия внешних температурных полей на исследуемый объект регистратор позволяет контролировать не только достижение максимального значения температуры, но также и значительное увеличение скорости ее роста, что характеризует значительное увеличение выделения теплоты от неисправного элемента трансмиссии. При

резком повышении температуры контролируемого объекта сопротивление фотоэлемента BL_2 уменьшается медленнее, чем фотоэлемента BL_1 , что приводит к разбалансировке измерительного моста. При этом на вход компаратора DA_1 попадет разность напряжений, обеспечивающая напряжение на его выходе (или логическую «1»). Тиристор VS_1 откроется, а индикатор VD_1 начнет светиться, сигнализируя о неисправности трансмиссии.

Для обеспечения функционирования устройства в соответствии с зависимостями (1) и (2) необходимо произвести теоретическое обоснование и оптимизацию параметров элементов электронной схемы (рис. 1). Расчет схемы произведем исходя из значения предельно допустимой температуры Θ_L (например, температуры отпуска стали примерно $150\text{ }^\circ\text{C}$) и значения предельно допустимой скорости увеличения температуры $v_L=5\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Выразив левое соотношение в формуле (1) через δ_B , а правое – через δ_A , получим разность соотношений δ_X , определяющую условие баланса измерительного моста, при котором отсутствует сигнал регистратора:

$$\delta_X = \delta_B - \delta_A > 0. \quad (3)$$

В этом случае, сопротивление резистора R_1 , определяющее величину порога срабатывания регистратора определяется из уравнения:

$$R_1 = BL_2 - \frac{BL_1}{\delta_X + \delta_A}. \quad (4)$$

Для контроля повышения скорости роста температуры введем выражение разности сопротивлений фоторезисторов с разной величиной температурной инертности:

$$\Delta_R = BL_2 - BL_1, \quad (5)$$

где Δ_R – разность сопротивлений фоторезисторов с разной величиной температурной инертности, Ом.

Электрическое сопротивление инфракрасных фотоэлементов обратно пропорционально измеряемой температуре:

$$R = \frac{k_1}{\Theta}, \quad (6)$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности, Ом $^\circ\text{C}$.

Приняв, что зависимость температуры в каждый момент пропорциональна времени:

$$\Theta = k_2 \tau, \quad (7)$$

определим сопротивление фотоэлемента через выражение:

$$R = \frac{k_1}{k_2 \tau}, \quad (8)$$

где k_2 – коэффициент пропорциональности, $^\circ\text{C}/\text{с}$;
 τ – время, с.

При проектировании электронной схемы (рис. 1) значения δ_A и δ_X принимаются постоянными из конструктивных соображений, а значения R_1 и Δ_R определяются в соответствии с техническими характеристиками фоторезисторов BL_1 и BL_2 . На рисунке 2 представлено рабочее окно симулятора электронных схем «Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19». На схеме вместо светодиода VD_1 включен амперметр Pr_1 , показания которого будут показывать срабатывание регистратора неисправности трансмиссии.

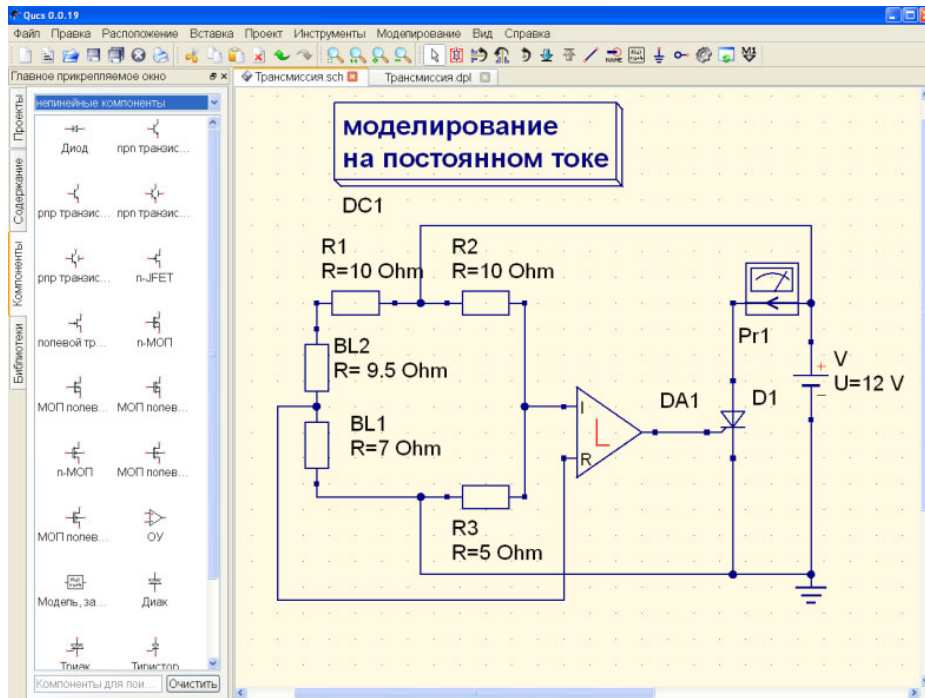
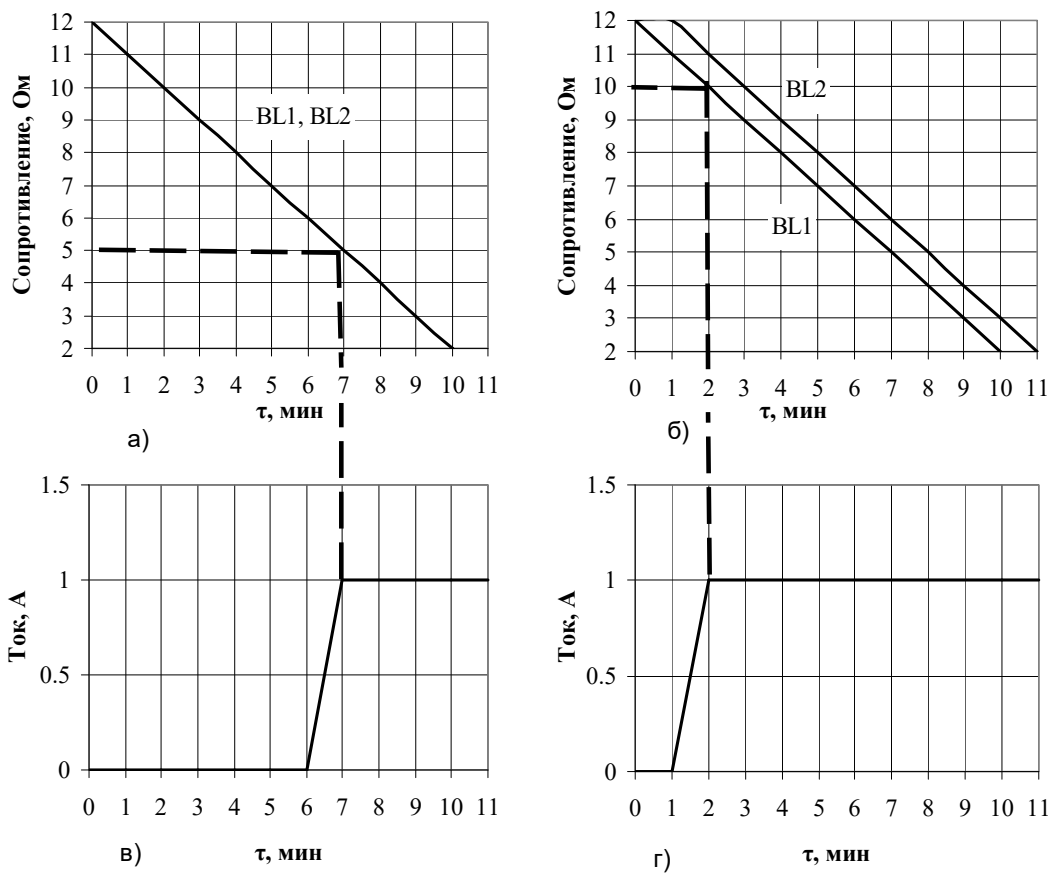


Рис. 2 - Моделирование электронной схемы в симуляторе «Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19»

Моделирование на симуляторе производилось по времени τ , результаты моделирования представлены на рисунке 3.



а) зависимость сопротивления от времени при квазистационарном повышении температуры; б) зависимость сопротивления от времени при быстром повышении температуры; в) зависимость силы тока регистрирующего прибора от времени при квазистационарном повышении температуры; г) зависимость силы тока регистрирующего прибора от времени при быстром повышении температуры

Рис. 3 - Результаты моделирования электронной схемы регистратора

Графики *a* и *в* на рис. 3 показывают срабатывание регистратора при достижении сопротивления фотоэлементов, соответствующего заданному пороговому значению температуры Θ_L , при условии:

$$R = \frac{k_1}{\Theta_L}. \quad (9)$$

Графики *б* и *г* показывают момент срабатывания регистратора при достижении разности сопротивлений фотоэлементов Δ_R , (5), причем регистратор срабатывает даже в том случае, когда температура не превысила заданное пороговое значение Θ_L .

Подставив в уравнение (8) величину Δ_τ , характеризующую инертность фотоэлемента, получим значение разности сопротивлений, при которой происходит срабатывание регистратора:

$$\Delta_R = \frac{k_1}{k_2 \Delta_\tau}. \quad (10)$$

Произведенное аналитическое исследование, а также моделирование электронной схемы позволит оптимизировать конструктивные параметры регистратора неисправности трансмиссии. Принципы работы регистратора, заключающиеся в контроле порогового значения температуры Θ_L , а также увеличения скорости роста температуры, реализованы на аналоговой электронной схеме, требующей точной настройки и регулировки параметров для использования регистратора в различных условиях. В этом случае требуется усложнение схемы регистратора добавлением переменных резисторов, сопротивление которых также нужно подбирать.

Задачей дальнейших исследований является построение аналогичного регистратора, но реализованного на принципах цифровой техники. В этом случае можно сократить количество инфракрасных элементов до одного, управлять схемой на основе контроллера, позволяющего оперативно менять настройки для каждого конкретного случая использования регистратора.

Выводы. На основании обобщения приведенных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Обосновано и разработано техническое решение электронного устройства – регистратора неисправности агрегатов трансмиссии, предназначенного для бесконтактного контроля температуры элементов трансмиссии в двухканальном режиме: при достижении предельной температуры и при увеличении скорости ее роста.

2. Экспериментальная схема показала свою работоспособность, подтвержденную при моделировании с использованием симулятора Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19.

3. Произведенные исследования позволили обосновать аналитические зависимости для расчета элементов электронной схемы.

4. Работоспособность аналоговой электронной схемы позволяет решить задачу дальнейших исследований - создание регистратора неисправности трансмиссии на цифровой элементной базе.

Библиография

1. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. 160 с.

2. Пастухов А.Г. Повышение надежности карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники: дисс. ... докт. техн. наук 05.20.03 / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2008. 487 с.

3. Пастухов А.Г. Повышение надежности агрегатов механических трансмиссий сельскохозяйственной техники (на примере карданных передач) // Труды ГОСНИТИ. 2008. Т. 101. С. 60-63.

4. Пастухов А.Г. Повышение долговечности карданных шарниров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 4. С. 24-25.

5. Пастухов А.Г. Обеспечение эффективной эксплуатации грузовых автомобилей путем повышения надежности карданных передач // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2010. № 1 (22). С. 13-19.

6. Erokhin M., Kazantsev S., Pastukhov A. Operability assessment of drive shafts of john deere tractors in operational parameters // Engineering for Rural Development. Vol 17 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2019 / Proceedings. / pp. 28-33. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N032/

7. Gligorić R., Ašonja A., Пастухов А., Kuznetsov Y., Degtyarev M., Molnar T. Measuring of reliability of cardan shaft // *Агротехника и энергообеспечение*. 2014. № 1 (1). С. 368-374.
8. Тимашов Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. Белгород: АНО ВО Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2018, 182 с.
9. Терехов А.С. Системный подход к исследованию температурного режима агрегатов трансмиссии / А.С. Терехов // *Автомобильная промышленность*. № 8. 1979. С. 21-23.
10. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Parnikova T. System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions // *Applied Engineering Letters*. 2017. T. 2. № 2. pp. 65-68.
11. Pastukhov A.G., Timashov E.P. Analytical model of temperature condition elementary interface of the cardan joint // *Tractors and power machines*. 2018. T. 23. № 1-2. pp. 43-50.
12. Pastukhov A., Timashov E., Kravchenko I.N., Parnikova T. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies // *Engineering for rural development*. Vol 19 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2020 / Proceedings / pp. 107-113. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2020.19.TF024
13. ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013 «Контроль состояния и диагностика машин. Термография». М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014, 22 с.
14. Ильин П.А. Моделирование технического состояния подшипников дисковых борон по тепловому излучению // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2016. № 42. С. 340-346.
15. Пат. № 2716721 С1. Способ диагностирования подшипниковых узлов карданных шарниров. Российская Федерация. МПК F16D 3/16, F16C 11/06, G01M 13/04. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, № 2019122664, заявл.15.07.2019, опубл. 16.03.2020. Бюл. № 8.
16. Пат. № 199665 U1. Регистратор неисправности элементов трансмиссии. Российская Федерация. МПК G01K 13/08. Тимашов Е.П., Пастухов А.Г., Тимашова О.В., заявитель и патентообладатель АНО ВО БУКЭП, № 2020109542, заявл. 04.03.2020, опубл. 14.09.2020. Бюл. № 26.
17. *Электротехнический справочник / Корякин-Черняк С.Л., Пэртала О.Н., Давиденко Ю.Н., Володин В.Я. СПб.: Наука и Техника, 2009. 464 с.*

References

1. Erokhin M.N., Pastukhov A.G. Nadezhnost` kardanny`x peredach transmissij sel`skoxozyajstvennoj texniki v e`kspluatcii : monografiya. [Reliability of cardan transmissions of agricultural machinery in operation : monograph]. Belgorod: BelSHA Publishing house, 2008. 160 p.
2. Pastukhov A.G. Povy`shenie nadezhnosti kardanny`x peredach transmissij sel`skoxozyajstvennoj texniki: diss. ... dokt. texn. nauk 05.20.03 [Increase of reliability of cardan transmissions of agricultural machinery: Diss. ... Doct. Techn.] 05.20.03 / Moscow state Agroengineering University after named V.P. Goryachkin. Moscow, 2008. 487 p.
3. Pastukhov A.G. Povy`shenie nadezhnosti agregatov mexanicheskix transmissij sel`skoxozyajstvennoj texniki (na primere kardanny`x peredach) [Increase of reliability of units of mechanical transmissions of agricultural machinery (on the example of gimbals)]. Trudy` GOSNITI, 2008; T.101: pp. 60-63.
4. Pastukhov A. G. Povy`shenie dolgovechnosti kardanny`x sharnirov [Increase of durability of cardan joints]. Mexanizaciya i e`lektrifikaciya sel`skogo xozyajstva, 2007; No 4: pp. 24-25.
5. Pastukhov A. G. Obespechenie e`ffektivnoj e`kspluatcii gruzovy`x avtomobilej putem povy`sheniya nadezhnosti kardanny`x peredach [Ensuring efficient operation of trucks by improving the reliability of gimbal transmission]. Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2010; No 1 (22): pp. 13-19.
6. Erokhin M., Kazantsev S., Pastukhov A. Operability assessment of drive shafts of john deere tractors in operational parameters // *Engineering for Rural Development*. Vol 17 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2019 / Proceedings. / pp. 28-33. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N032/
7. Gligorić R., Ašonja A., Пастухов А., Kuznetsov Y., Degtyarev M., Molnar T. Measuring of reliability of cardan shaft // *Агротехника и энергообеспечение*. 2014. № 1 (1). pp. 368-374.
8. Timashov E.P. Sovershenstvovanie processov diagnostiki uzlov transmissii avtomobilej: monografiya. [Improvement of diagnostic processes of car transmission units : monograph]. Belgorod: ANO Belgorod University of cooperation, Economics and law, 2018, 182 p.
9. Terekhov A.S. Sistemnyj podhod k issledovaniyu temperaturnogo rezhima agregatov transmissii [System approach to the study of the temperature regime of transmission units] // *Automotive industry*. No 8. 1979. pp. 21-23.
10. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Parnikova T. System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions // *Applied Engineering Letters*. 2017. T. 2. № 2. pp. 65-68.
11. Pastukhov A.G., Timashov E.P. Analytical model of temperature condition elementary interface of the cardan joint // *Tractors and power machines*. 2018. T. 23. № 1-2. pp. 43-50.
11. Pastukhov A., Timashov E., Kravchenko I., Parnikova T. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies // *Engineering for rural development*. Vol 19 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2020 / Proceedings. / pp. 107-113. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2020.19.TF024
12. GOST R ISO 18434-1-2013 «Kontrol` sostoyaniya i diagnostika mashin. Termografiya» [Monitoring the condition and diagnostics of machines. Thermography]. М.: FGUP «Standartinform», 2014, 22 p.

13. Il'in P.A. Modelirovanie texnicheskogo sostoyaniya podshipnikov diskovy`x boron po teplovomu izlucheniyu [Modeling of the technical condition of disk harrow bearings by thermal radiation] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016. No 42: pp. 340-346.

14. Pat. 2716721 C1 Russian Federation, IPC F16D 3/16, F16C 11/06, G01M 13/04. Sposob diagnostirovaniya podshipnikovyh uzlov kardannyh sharnirov [Method of diagnostics of bearing units of cardan joints] / Pastuhov A.G., Timashov E.P.; Applicant and patent holder FGBOU VO Belgorodskij GAU. - No. 2019122664; declared 15/07/2019; publ. 16/03/2020, Bull. Number 8.

15. Pat. 199665 U1 Russian Federation, IPC G01K 13/08. Registrator neispravnosti elementov transmissii [Transmission elements fault recorder] / Timashov E.P., Pastuhov A.G., Timashova O.V. Applicant and patent holder ANO VO BUKER. - No. 2020109542; declared 04/03/2020; publ. 14/09/2020, Bull. Number 26.

16. Elektrotekhnicheskij spravochnik [Electrical reference book] / Koryakin-CHernyak S.L., Pertala O.N., Davidenko YU.N., Volodin V.Ya. SPb.: Nauka i Tekhnika, 2009. 464 p.

Сведения об авторе

Тимашов Евгений Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7-4722-39-23-90, e-mail: timachov@mail.ru

Серегин Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплоэнергетики и техносферной безопасности, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740 тел. 8-961-2738816, E-mail: alexandrseriogin@mail.ru.

Information about author

Timashov Evgeny Petrovich, candidate of technical Sciences, docent of the department of technical mechanics and construction of machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7-4722-39-23-90, e-mail: timachov@mail.ru

Seryogin Alexander Anatolyevich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of heat power engineering and technosphere safety, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University», Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, phone: 8-961-2738816, E-mail: alexandrseriogin@mail.ru.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА УДОБРЕНИЙ

Аннотация. При ведении интенсивного сельскохозяйственного производства неизбежно возникновение дефицита питательных веществ в пахотном слое полей, что объясняется их активным потреблением культурными растениями, возникновением эрозионных процессов и инфильтрации в нижние слои пашни при механической обработке почв. Негативность данных процессов можно нивелировать путем внешнего вмешательства в агроценоз за счет добавления в почву биогенных веществ, т.е. путем внесения удобрений органического, микробиологического или минерального происхождения. С другой стороны, использование удобрений – «удар» по экологии. Снизить данное негативное влияние можно путем оптимизации доз внесения удобрений, а также путем оптимальной их доставки к растениям, минимизируя их вынос за пределы полей. Данным требованиям наиболее полно соответствуют комплексные растворы удобрений, которые при внесении меньше распыляются, более равномерно распределяются и, быстро просачиваясь внутрь почвы, попадают в корнеобитаемый слой, что позволяет растениям их интенсивно усваивать и как следствие давать высокие урожаи. Широкое применение комплексных растворов удобрений сдерживает их относительная дороговизна. Таким образом, снижение эксплуатационных затрат при приготовлении растворов удобрений непосредственно сельхозтоваропроизводителями – актуальная задача. В статье представлено описание установки для приготовления растворов удобрений, выполненной в виде стационарно-передвижного узла, т.е. стационарного узла для приготовления удобрений, смонтированного на раме, который посредством автокранов можно установить в кузов транспортного средства. При этом приготовление растворов удобрений в нем может происходить как на стационаре с использованием механических загрузчиков компонентов, так и в кузове автотранспорта с ручной загрузкой компонентов.

Ключевые слова: раствор, удобрения, установка, карбамидно-аммиачная смесь (КАС), двухлопастная мешалка.

PLANT FOR PREPARATION OF FERTILIZER SOLUTION

Abstract. When conducting intensive agricultural production, it is inevitable that there will be a shortage of nutrients in the arable layer of fields, which is explained by their active consumption by cultivated plants, the occurrence of erosion processes and infiltration into the lower layers of arable land during mechanical processing of soils. The negativity of these processes can be leveled by external intervention in the agroecosystem by adding nutrients to the soil, i.e. by applying fertilizers of organic, microbiological or mineral origin. On the other hand, the use of fertilizers is a "blow" to the environment. This negative impact can be reduced by optimizing the doses of fertilizers, as well as by optimally delivering them to plants, minimizing their removal from the fields. These requirements are most fully met by complex solutions of fertilizers, which when applied are less sprayed, more evenly distributed and quickly seeping into the soil get into the root layer, which allows plants to intensively assimilate them and as a result give high yields. The widespread use of complex fertilizer solutions is hindered by their relative high cost. Thus, reducing operating costs when preparing fertilizer solutions directly by agricultural producers is an urgent task. The article describes an installation for the preparation of fertilizer solutions made in the form of a stationary mobile unit, i.e. a stationary unit for the preparation of fertilizers mounted on a frame, which can be installed in the vehicle body by means of cranes. At the same time, the preparation of fertilizer solutions in it can occur both in a hospital using mechanical loaders of components, and in the body of vehicles with manual loading of components.

Keywords: solution, fertilizers, installations, urea-ammonium nitrate (UAN), two-blade stirrer.

Введение. При ведении интенсивного сельскохозяйственного производства неизбежно возникновение дефицита питательных веществ в пахотном слое полей, что объясняется их активным потреблением культурными растениями, возникновением эрозионных процессов и инфильтрации в нижние слои пашни при механической обработке почв. Негативность данных процессов можно нивелировать путем внешнего вмешательства в агроценоз за счет добавления в почву биогенных веществ, т.е. путем внесения удобрений.

Современный рынок агрохимии представлен широким разнообразием удобрений, различающихся по многим признакам – виду воздействия на культуру, природе происхождения, содержанию основных компонентов, виду и формы основного действующего питательного вещества, кислотно-щелочному воздействию на почву, по агрегатному состоянию и др.

Использование моноудобрений или одного из видов происхождения удобрений в большинстве случаев не позволяет в полной мере реализовать генетический потенциал большинства культур, потребляющих при вегетации более 50 различных элементов питания, что обуславливает необходимость применения комплексных удобрений. Установлено, что применение растворов по сравнению с использованием твердых удобрений имеет ряд достоинств – меньшее распыление за пределы обрабатываемой площади, более равномерное распределение по поверхности, быстрое просачивание внутрь почвы, что способствует их попаданию в корнеобитаемый слой, позволяя растениям их интенсивно усваивать и, как следствие, давать высокие урожаи.

Растворы удобрений могут быть приготовлены как непосредственно в опрыскивателе перед внесением, затрачивая при этом до 20...40 минут, так и вне его – в установке для приготовления растворов удобрений (в растворо-смешивающих установках), применение которых позволяет обеспечить высокое качество раствора удобрений, совместить операции внесения удобрений с обработкой пестицидами, снизить эксплуатационные затраты на обработку и ряд других моментов [1, 2].

Из широкого спектра растворов удобрений в работе мы остановили свой выбор на одном из наиболее распространенных в нашей стране жидком удобрении – азотном удобрении серии КАС (карбамидно-аммиачная смесь), применение которой позволяет на черноземных полях получить до 20...30% прибавки урожайности, совмещать несколько обработок за один проход опрыскивателя (внесение удобрений и обработку пестицидами), вносить на разных стадиях вегетации сельскохозяйственных культур, применять при нулевых почвообработках, так как не требует заделки и, кроме того, сделать посевы более адаптированными к негативным погодным явлениям – засухе, длительным проливным дождям и большим ветрам.

Объект и методы исследований. Объектом исследований являются технические решения по приготовлению растворов удобрений. Предметом исследований является растворо-смесительный узел установки для приготовления раствора удобрений.

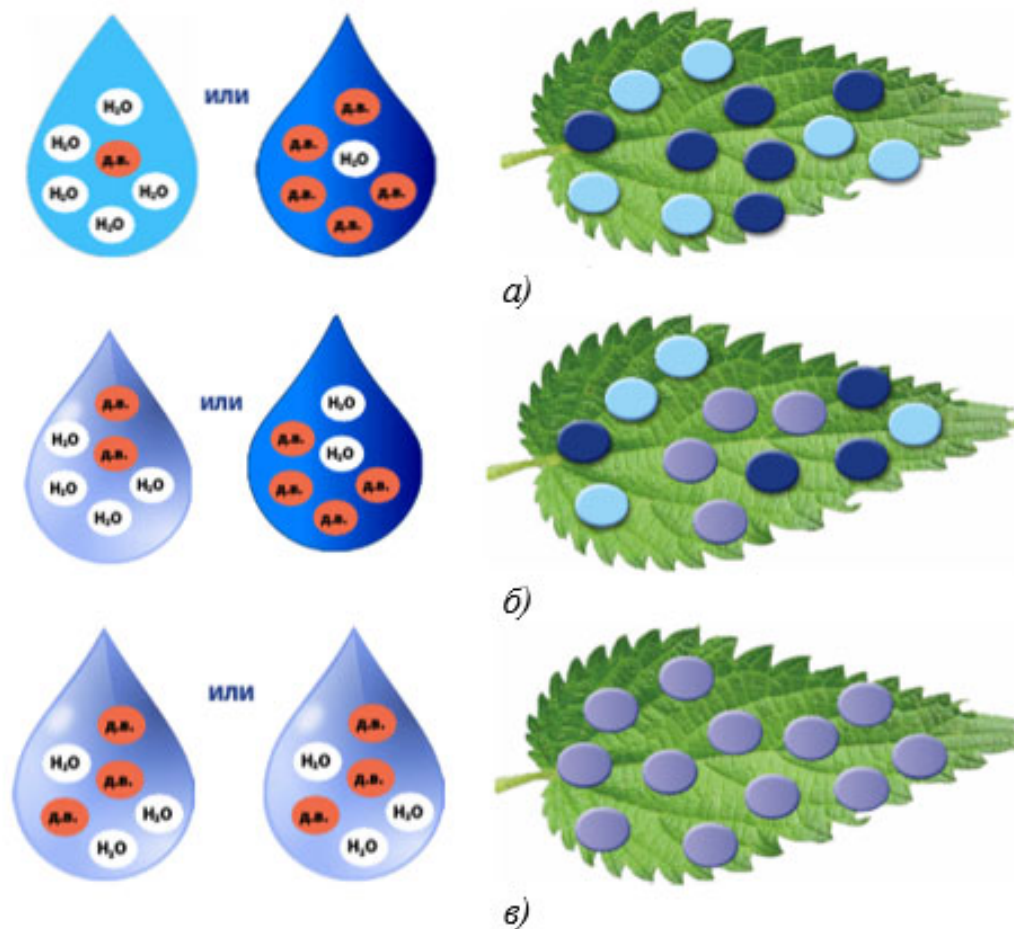
Цель работы – разработка конструктивной схемы стационарно-передвижной установки, позволяющей осуществлять приготовление растворов удобрений как на стационаре с использованием механических загрузчиков компонентов, так и в кузове автотранспорта с ручной загрузкой компонентов.

Результаты исследований и их обсуждение. Использование моноудобрений или одного из видов происхождения удобрений в большинстве случаев не позволяет в полной мере реализовать генетический потенциал большинства культур, потребляющих при вегетации более 50 различных элементов питания [3]. Из этого очевидно, что для обеспечения оптимальных для культурных растений и почвы условий желательно использовать комплексный подход при внесении удобрений, применяя при этом животную органику (перепревший навоз, выдержанный помет, компосты, навозные стоки, вермикомпосты и т.д.), растительную органику (сидеральные культуры, пожнивные остатки и т.д.), а также минеральные удобрения, причем в виде смесей или комбинированных растворов. Не менее значимым критерием при внесении удобрений является их дозировка, сроки внесения, кратность обработок и способ заделки, учитывающие потребность культурных растений в питательных элементах, состояние почв и агроэкологические особенности района применения.

Основоположник отечественной агрохимии Д.Н. Прянишников в своих работах выделяет четыре основные функции удобрений – доставка питательных веществ для растений, усиление мобилизации питательных элементов в почве, повышение энергии жизненных процессов в почве и изменения свойства почвы [4].

Применение растворов по сравнению с использованием твердых удобрений имеет ряд достоинств – меньшее распыление за пределы обрабатываемой площади, более равномерное распределение по поверхности, быстрое просачивание внутрь почвы, что способствует их попаданию в корнеобитаемый слой, позволяя растениям их интенсивно усваивать и, как следствие, давать высокие урожаи [5]. Качество приготовления рабочего раствора жидкостей зависит

в первую очередь от времени смешивания, так при перемешивании в течение 5 минут в растворе присутствуют места с завышенным или заниженным действующим веществом удобрений, которые при внесении образуют много участков с неравномерной концентрацией препарата (рис. 1, а).



а – перемешивание в течении 5 мин.; б – перемешивание в течении 30 мин.;
в – перемешивание в течении 60 мин

Рис. 1 - Качество рабочего раствора удобрений от времени перемешивания

При перемешивании в течение 30 минут в растворе присутствуют места со средней или завышенной концентрацией действующего вещества удобрений, которые при внесении образуют значительно меньше участков с неравномерной концентрацией препарата (рис. 1,б). А при перемешивании в течение часа концентрация действующего вещества удобрений в растворе становится оптимальной, и при внесении отсутствуют участки с неравномерной концентрацией препарата (рис. 1.2, в).

Таким образом, очевиден вывод, что чем дольше происходит процесс перемешивания, тем лучше качество рабочих растворов удобрений. При этом, если приготавливать раствор в опрыскивателе, требуется затрачивать от 20 до 40 минут на каждую заправку, тем самым снижая его производительность. Кроме того, при доливании опрыскивателя с остаточным раствором в баке после прохода одного загона концентрация рабочего раствора удобрений будет снижаться, а при доливании уже готовой смеси эта концентрация останется неизменной.

На сегодняшний день известно четыре технологии приготовления растворов удобрений – приготовление раствора непосредственно в опрыскивателе, в стационарной установке, в стационарно-передвижном узле (стационарный узел, смонтированный на раме, который посредством автокранов можно установить в кузов транспортного средства) и мобильных узлах, служащих для приготовления растворов и заправки опрыскивателей [6]. Рассмотрим данные технологии, выявим их достоинства и недостатки и выберем оптимальную на наш взгляд технологию приготовления растворов удобрений.

Приготовление раствора удобрений непосредственно в опрыскивателе несмотря на очевидное достоинство, связанное с необходимостью наличия дополнительной техники, имеет и ряд существенных недостатков, связанных с открытым контактом оператора с удобрениями, простой опрыскивателя для приготовления раствора (для перемешивания), низкая однородность смеси и др. При приготовлении раствора удобрений непосредственно в опрыскивателе следует соблюдать очередность, представленную на рисунке 2, придерживаясь следующих общих правил: заполняется смесительный бак чистой водой на 30%, включается мешалка, добавляется заданное количество препарата (при нескольких препаратах соблюдается нижеприведенная последовательность, при этом не допускается одновременное добавление нескольких препаратов до момента растворения предыдущего), доливается оставшееся количество воды и производится смешивание в течение 20...40 минут [7].

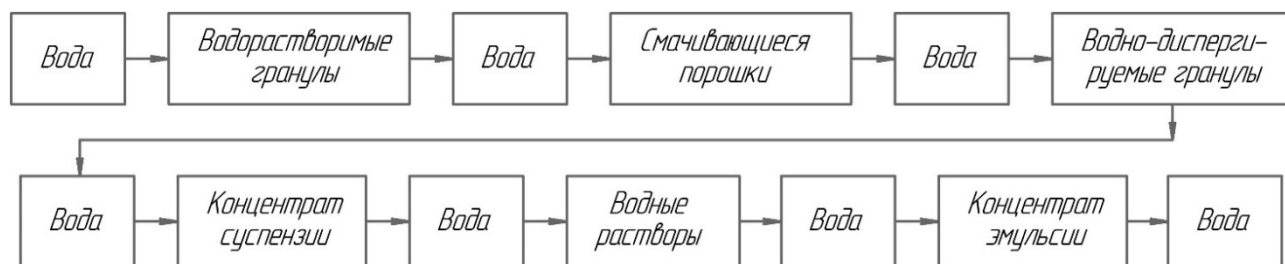


Рис. 2 – Порядок добавления препаратов при приготовлении растворов удобрений непосредственно в опрыскивателе

При использовании растворов удобрений из компонентов различной препаративной формы их загрузка в опрыскиватель производится по следующей схеме: водорастворимые пакеты пестицидов – препараты на сухой основе (водно-диспергируемые гранулы и смачивающиеся порошки) – препараты на водной основе (концентраты суспензий) – препараты на масляной основе (концентраты эмульсий) – препараты, содержащие поверхностно-активные соединения – водорастворимые растворы и концентраты препаратов – микроэлементы и регуляторы роста в жидком виде. Соблюдение данной последовательности позволяет компонентам раствора не связываться между собой, оставляя их в форме суспензии, что делает рабочий раствор высокого качества (не образуются хлопья и расслоение по фракциям) с длительным периодом использования.

Мобильные растворные узлы для приготовления удобрений (растворно-заправочные станции) представляют собой смонтированный на прицепном шасси комплект оборудования. Так, на отечественном рынке находит применение растворно-заправочная станция РЗС-3, включающая в себя смонтированную на одноосной раме с прицепным устройством и стояночным домкратом емкость, изготовленную из нержавеющей стали, смеситель химических элементов, мотопомпу, комплект водоподготовки и распределения [8]. Емкость посредством перегородки разделена на две части – первая для чистой воды объемом 0,3 м³ с заливной горловиной, вторая для готового раствора удобрений объемом 3 м³, оснащенная технологической горловиной, двумя спринклерными омывателями и четырьмя смешивающими форсунками.

Последовательность работы растворно-заправочной станции РЗС-3 следующая: посредством мотопомпы заливается заданная доза воды, контролируемая водомерным устройством; далее посредством рН-метра и ТДС-метра (солемера) измеряется соответственно кислотность и жесткость воды и в случае отклонений от эталонных значений добавляются стабилизаторы (адьюванты); в химический смеситель добавляются сухие или жидкие компоненты раствора удобрений (для одинаковой препаративной формы – все вместе, для разной – по последовательности такой же как и в опрыскивателе, описанной выше); переключив соответствующие краны производится перемешивание раствора посредством четырех смешивающих форсунок (рекомендуемое время смешивания отдельных компонентов – согласно инструкций по их применению, всей рабочей смеси – на протяжении двух часов); затем переключив соот-

ветствующие краны посредством мотопомпы производится заправка опрыскивателя раствором, количество которого контролируется водомерным устройством; далее по завершению рабочего раствора при помощи спринклерных омывателей производится мойка емкости под избыточным давлением, созданным мотопомпой.

Использование мобильных растворо-заправочных станций позволяет организовать быструю заправку опрыскивателя, снизив тем самым эксплуатационные расходы, однако они обладают высокой стоимостью и относительно низким качеством готового раствора удобрений (особенно серии КАС), объясняемое отсутствием нагревательных элементов в системе смешивания и неимением механической мешалки, что не позволяет поднимать тяжелые частицы препарата со дна емкости, а гидравлический способ перемешивания приводит к образованию пены.

Стационарные установки для приготовления растворов удобрений по комплексу оборудования схожи с мобильными растворо-заправочными станциями, отличаются объемами производства – объем одной или нескольких емкостей колеблется от 4,5 м³ до 120 м³; производительностью – 20...500 т/сутки; наличием механических средств для загрузки компонентов удобрений (как правило – шнеков-дозаторов); присутствием отдельного растворо-смешивающего узла с подогревом воды объемами от 0,3 м³ до 1 м³; наличием систем автоматизации технологического процесса.

В качестве примера рассмотрим стационарную установку для приготовления растворов удобрений «РУКАС-150 Автомат», производимую ООО «Компания «Современные Технологии» производительностью 140 т/ч установленной мощностью 30 кВт/ч [9]. В состав установки входят емкость готового раствора, растворо-смешивающий узел, оснащенный системой подогрева; комплект возраспределительной аппаратуры с электрической помпой; станция управления; два примексера, служащих для предварительного растворения сухих минеральных компонентов раствора удобрения; приемная емкость для компонентов комплексного удобрения, разделенная на отдельные секции; дозаторы элементов раствора и технологический пандус.

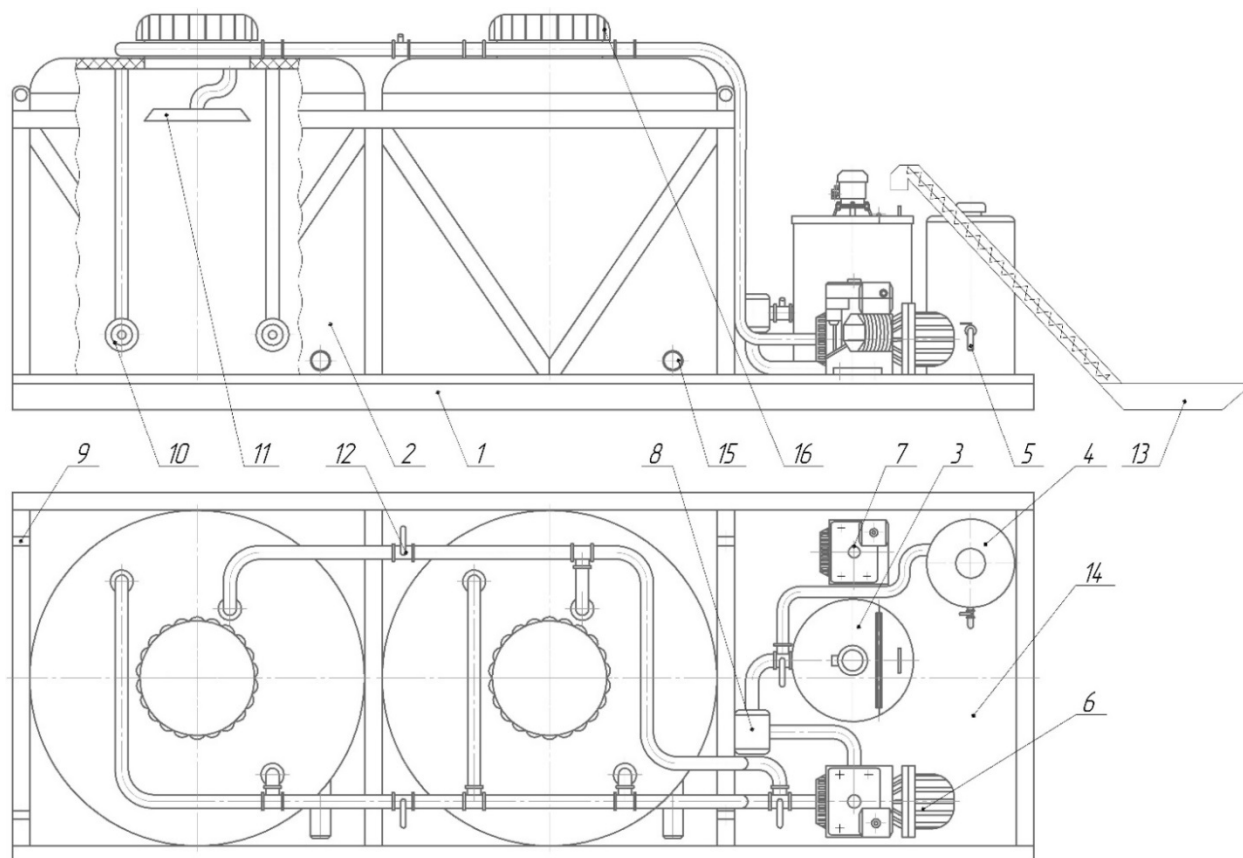
Использование стационарных установок для приготовления растворов удобрений имеет как достоинства, так и недостатки. Среди основных достоинств использования такого оборудования можно выделить высокое качество растворения элементов раствора из-за наличия нагревателя и примексера при коротком времени приготовления раствора (при объемах 4,5 м³ – около 0,25...0,5 часа, т.е. в среднем 176 м³/смену или 22 м³/цикл-ч); быстрое наполнение емкостей-перегрузчиков (заправщиков опрыскивателей) – около 1 м³/мин.; четкое соблюдение рецептуры раствора, исключая «человеческий фактор», связанный с несоблюдением технологий и воровством дорогостоящих препаратов; сведение к минимуму негативного влияния на экологию (из-за протечек, перенаполнения емкостей, случайного пролива и т.д.); минимизация затрат ручного труда и прямого контакта работников с химическими препаратами. Из основных недостатков стационарных установок для приготовления растворов удобрений следует отметить их высокую стоимость (в среднем за комплект оборудования – от 4 до 90 млн. руб.), а также необходимость в наличии дополнительных машин для транспортировки раствора удобрений и заправки опрыскивателя – емкостей-перегрузчиков.

Анализ существующих технологий приготовления раствора удобрений показывает, что перспективным направлением является создание оборудования, объединяющего достоинства растворо-заправочных станций и стационарных установок. На наш взгляд таким требованиям будет отвечать стационарно-передвижной узел, т.е. стационарный узел для приготовления удобрений, смонтированный на раме, который посредством автокранов можно установить в кузов транспортного средства. При этом, приготовление растворов удобрений в нем может происходить как на стационаре с использованием механических перегрузчиков компонентов с питанием от электросети, так и непосредственно в кузове автомобиля или трактора, при этом загрузка компонентов будет происходить вручную, а питание машин – от электрогенератора.

Использование стационарно-передвижной установки для приготовления раствора удобрений, оснащенной растворо-смешивающим узлом с механической мешалкой и системой подогрева раствора позволит:

- обеспечить высокое качество готового раствора, особенно при использовании комплексных удобрений, что обуславливается дозированием компонентов с высокой степенью точности и равномерным перемешиванием;
- совместить операции внесения удобрений и обработки посевов пестицидами, за счет приготовления соответствующего рабочего раствора;
- снизить эксплуатационные затраты на обработку, что обуславливается снижением простоев опрыскивателей, ввиду приготовления рабочих растворов заблаговременно в необходимых объемах и относительно быстро (0,25 ч на приготовление до 5 м³ раствора или до 20 м³ раствора за час сменного времени), а также за счет их быстрой заправки (до 1 м³ в минуту);
- контролировать качество рабочих растворов удобрений, исключая «человеческий фактор» (небрежность, воровство и т.д.);
- производить приготовление рабочих растворов удобрений для теплиц, систем капельного полива и других гидромелиоративных работ;
- эксплуатировать в крестьянских (фермерских) хозяйствах, что объяснимо малыми габаритными размерами, низкими затратами мощности, а также возможностью не только готовить рабочие растворы удобрений, но и производить их хранение.

Нами разработана установка для приготовления растворов удобрений, компоновочная схема которой представлена на рисунке 3.



1 – рама; 2 – емкости для растворов удобрений; 3 – растворо-смесительный узел; 4 – емкость чистой воды; 5 – кран; 6 – мотопомпа; 7 – электрогенератор; 8 – фильтр очистки; 9 – монтажные проушины; 10 – форсунки; 11 – мощное устройство; 12 – водораспределительная сеть; 13 – шнек-дозатор системы механической загрузки компонентов раствора; 14 – технологическая площадка; 15 – заправочные патрубки; 16 – горловины

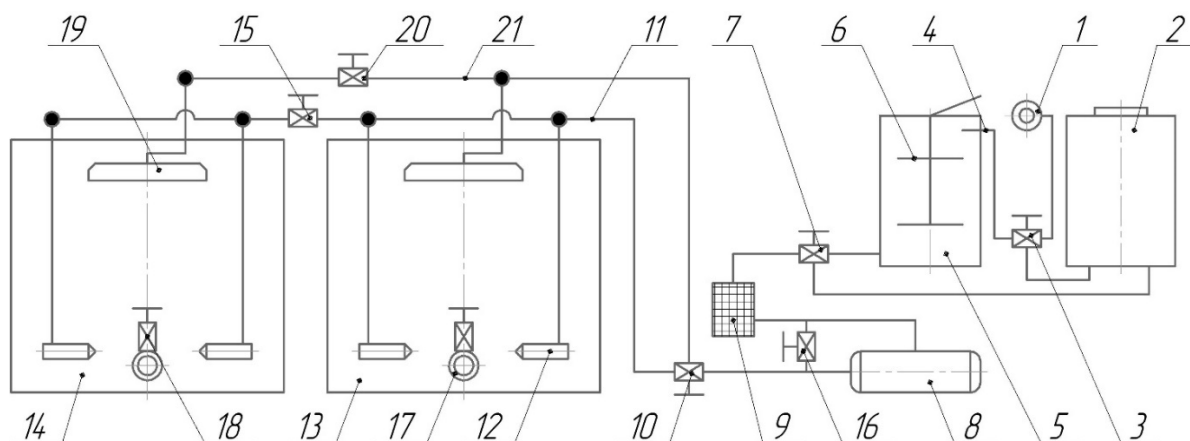
Рис. 3 - Схема предлагаемой установки для приготовления растворов удобрений

Установка состоит из металлической рамы 1, на которой смонтированы две емкости для растворов 2 объемом 4,5 м³; растворно-смесительный узел 3 с механической мешалкой объемом 0,3 м³; емкость для чистой воды 4 объемом 0,2 м³ оснащенная краном 5; мотопомпа 6 с подачей 1600 л/мин, развиваемое давление 4 МПа; электрогенератор 7 мощностью 3,5 кВт/ч; фильтр очистки 8, предохраняющий от попадания крупных частиц (более 0,95 мм) нерастворившегося удобрения в мотопомпу 6. Рама 1 оснащена монтажными проушинами 9 позволяющими посредством крана устанавливать установку, размеры которой 5690×2100×2250 мм на кузов автомобиля (например КамАЗ-55102, имеющийся во многих хозяйствах) или трактора. Емкости для растворов оснащены форсунками 10 гидравлического домешивания и моющим устройством 11.

Указанное технологическое оборудование увязано между собой водораспределительной сетью 12, описание которой приведено ниже.

При использовании установки на стационарной площадке загрузка компонентов раствора в растворно-смесительный узел 3 осуществляется шнеком-дозатором 13, а при ее установке в кузове транспортного средства – вручную, при этом оператор находится на специальной технологической площадке 14. Для заправки опрыскивателя раствором удобрений под давлением, создаваемым мотопомпой 6, в емкостях 2 предусмотрены патрубки 15, к которым подсоединяются заправочные шланги. Для обслуживания емкостей 2 в них также предусмотрены герметично закрывающиеся горловины 16.

Принцип работы предложенной установки для приготовления раствора удобрений рассмотрим, используя гидравлическую схему (рис. 4). Вода из водопроводной сети 1 (в стационарном варианте использования) или из емкости для чистой воды 2 при соответственно открытом трехпозиционном шаровом кране 3 по трубопроводу 4 поступает в растворно-смесительный узел 5 и емкости готового раствора 13 и 14. Далее в растворно-смесительный узел 5 засыпаются компоненты раствора удобрений и включается привод механической двухлопастной мешалки 6.



1 – водопроводная сеть; 2 – емкость чистой воды; 3, 7, 10, 15, 16, 18, 20 – краны; 4, 11, 21 – трубопроводы; 5 – растворно-смесительный узел; 6 – мешалка; 8 – мотопомпа; 9 – фильтр; 12 – форсунки; 13, 14 – емкости готового раствора; 17 – сливные патрубки; 19 – моющие головки

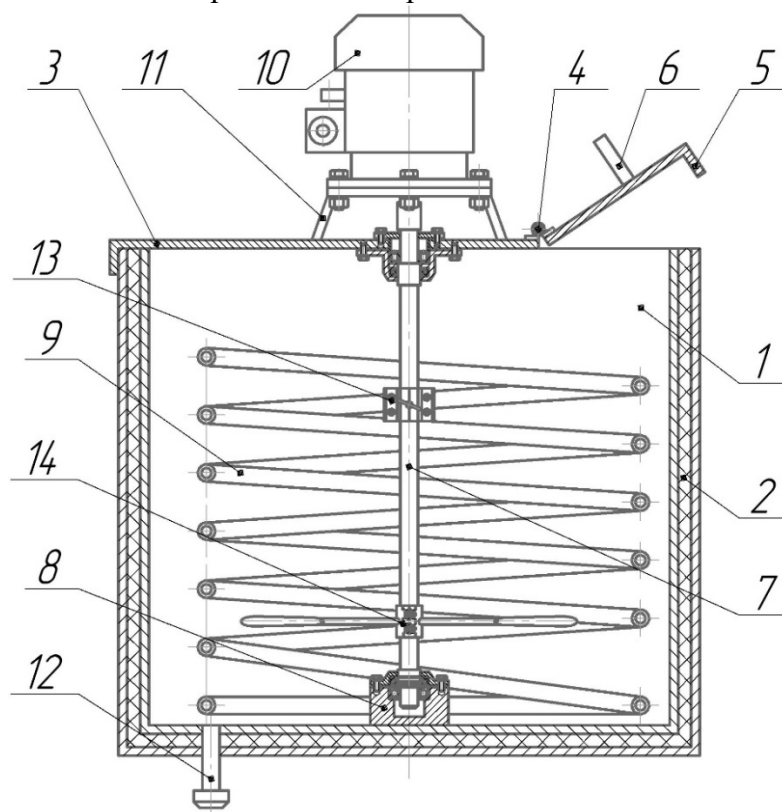
Рис. 4 - Гидравлическая схема предложенной установки для приготовления растворов удобрений

После полного растворения компонентов (в среднем через 5...10 минут) открывается кран 7, включается мотопомпа 8 и раствор проходя через фильтр 9 при соответственно открытом кране 10 по трубопроводу 11 подается последовательно к форсункам 12 емкостей готовых растворов 13 и 14 (в емкость 14 после открытия крана 15), куда предварительно было набрано заданное количество воды. После наполнения емкостей 13 и 14 в работу включается система гидросмешивания, путем открытия крана 16, заключающаяся в циркуляции раствора за счет избыточного давления, создаваемого мотопомпой 8. После приготовления раствора происходит заправка опрыскивателя под напором, создаваемым помпой 8, через гибкий

шланг, подключаемый к сливным патрубкам 17 емкостей 13 и 14, предварительно открыв краны 18. По окончании работ с установкой производится поочередная промывка емкостей 13 и 14 посредством моющих головок 19 под давлением воды создаваемым мотопомпой 8 при соответственно открытых кранах 10 и 20 по трубопроводу 21.

Известно, что приготовление карбамидно-аммиачной смеси сопряжено с рядом затруднений и в первую очередь это сильное понижение температуры раствора из-за наступающей химической реакции, что может вызвать его кристаллизацию. Так для смеси КАС-32 (45% азота, 35% мочевины или селитры и 20% воды) оптимальная температура при смешивании должна быть 95 °С, для других консистенций – несколько ниже (20...60 °С). Следующий недостаток, присущий машинам с гидравлической системой смешивания – оседание карбамидно-аммиачной смеси при добавлении в воду в виду большей плотности и невозможности таких систем поднять ее со дна растворо-смесительного узла.

Таким образом, оптимальной на наш взгляд будет конструкция растворо-смешивающего узла с механической мешалкой и системой подогрева раствора. Исходя из этого предлагается следующая конструктивная схема растворо-смешивающего узла для приготовления раствора удобрений включающая емкость 1 (рис. 5) объемом 0,3 м³, между стенками которой проложен изоляционный материал 2, а верхняя часть оснащена крышкой 3 с открывающимся на петлях 4 люком 5 с ручкой 6.



1 – емкость; 2 – теплоизоляционный слой; 3 – крышка; 4 – петли; 5 – люк; 6 – ручка; 7 – мешалка; 8 – подшипниковые опоры; 9 – электронагревательный элемент; 10 – электродвигатель; 11 – площадка; 12 – сливной патрубок; 13 – верхняя пара лопастей; 14 – нижняя пара лопастей

Рис. 5 - Схема растворо-смесительного узла

Внутри емкости 1 соосно с ней размещены мешалка 7 в подшипниковых опорах 8, а по контуру по спирали – электронагревательный элемент 9. Привод мешалки 7 обеспечивает электродвигатель 10, закрепленный на площадке 11 на крышке 3. Нижняя часть емкости 1 оснащена сливным патрубком 12.

Для лучшего перемешивания раствора мешалка 7 выполнена по принципу «пропеллера» и содержит две пары лопастей с разным углом их поворота – верхняя пара 13 диаметром 295 мм и нижняя пара 14 диаметром 438 мм. Угол поворота верхней пары лопастей 13 обеспечивает направление вращающегося потока раствора вниз, а нижней пары 14 соответственно

вверх, что позволяет «поднять» со дна емкости 1 оседающую карбамидно-аммиачную смесь.

Расчетная мощность, необходимая двигателю для привода лопастной мешалки, будет составлять сумму мощностей, которую необходимо приложить соосным парам лопастей для перемещения их в растворе карбамидно-аммиачной смеси с учетом вида соединительной передачи и необходимым запасом мощности:

$$P_{д.р} = \frac{K_3 \cdot P_{л.м}}{\eta_{п.м}}, \quad (1)$$

где $P_{л.м}$ – суммарная мощность, затрачиваемая для перемещения лопастей при приготовлении раствора, Вт;

K_3 – коэффициент, учитывающий запас мощности двигателя;

$\eta_{п.м}$ – коэффициент полезного действия передачи от двигателя к мешалке.

Для перемешивающих устройств с двумя парами лопастей, расположенными по «пропеллерному» типу, суммарная мощность для их перемещения в гидравлической среде составляет [10]:

$$P_{л.м} = \sum P_i = 0,01 \cdot K_{у.л} \cdot n_{л.м}^{K_1} \cdot \rho_p^{K_2} \cdot W_p^{K_3} \cdot (D_{л.1} + D_{л.2})^{4,56}, \quad (2)$$

где $K_{у.л}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в зависимости от угла расположения лопастей;

$n_{л.м}$ – частота вращения лопастной мешалки, сек⁻¹;

ρ_p – плотность раствора карбамидно-аммиачной смеси, кг/м³;

W_p – вязкость раствора карбамидно-аммиачной смеси, Па·с;

K_1, K_2, K_3 – показатели степени, зависящие соответственно от частоты вращения мешалки, плотности и вязкости перемешиваемого раствора;

$D_{л.1}, D_{л.2}$ – соответственно диаметры верхней и нижней лопастей мешалки, м.

Выводы. Установлено, что применение растворов по сравнению с использованием твердых минеральных удобрений имеет ряд достоинств – меньшее распыление за пределы обрабатываемой площади, более равномерное распределение по поверхности, быстрое просачивание внутрь почвы, что способствует их попаданию в корнеобитаемый слой, позволяя растениям их интенсивно усваивать и, как следствие, давать высокие урожаи. Из широкого спектра растворов удобрений мы остановили свой выбор на азотном удобрении серии КАС (карбамидно-аммиачная смесь), применение которого позволяет на черноземных полях получить до 20...30% прибавки урожайности, совмещать несколько обработок за один проход опрыскивателя (внесение удобрений и обработку пестицидами), вносить на разных стадиях вегетации сельскохозяйственных культур, применять при нулевых почвообработках и, кроме того, сделать посевы более адаптированными к негативным погодным явлениям.

Растворы удобрений, в том числе и карбамидно-аммиачной смеси в жидком виде с добавлением пестицидов различной направленности могут быть внесены в почву различными способами – в качестве основной дозы удобрений под поверхностную или основную почвообработку, при прикорневой подкормке совместно с междурядной культивацией, при листовой (внекорневой) подкормке с применением опрыскивателей и при гидромелиоративных работах.

Приготовление растворов удобрений может быть осуществлено непосредственно в опрыскивателе (недостатки – открытый контакт оператора с удобрениями, простой опрыскивателя при приготовлении раствора 20...40 мин, низкая однородность смеси и др.); с использованием мобильных растворо-заправочных станций, позволяющих организовать быструю заправку опрыскивателя (недостатки – высокая стоимость и относительно низкое качество готового раствора удобрений (особенно серии КАС), объясняемое отсутствием нагревательных элементов в системе смешивания и неимением механической мешалки, что не позволяет поднимать тяжелые частицы препарата со дна емкости, а гидравлический способ перемешивания приводит к образованию пены); с использованием стационарных установок, обеспечи-

вающих высокое качество раствора (недостатки – высокая стоимость и необходимость в наличии дополнительных машин для транспортировки раствора удобрений и заправки опрыскивателя).

Исключить данные недостатки можно за счет применения стационарно-передвижного узла, т.е. стационарного узла для приготовления удобрений, смонтированного на раме, который посредством автокранов можно установить в кузов транспортного средства. При этом приготовление растворов удобрений в нем может происходить как на стационаре с использованием механических загрузчиков компонентов, так и в кузове автотранспорта с ручной загрузкой компонентов. Проведенный анализ технических решений установил, что известные установки для приготовления растворов удобрений либо не обеспечивают высокое качество готового раствора, либо не могут быть применены в мобильных версиях такого типа машин.

Нами разработана установка для приготовления растворов удобрений, выполненная в виде стационарно-передвижного узла, т.е. стационарного узла для приготовления удобрений, смонтированного на раме, который посредством автокранов можно установить в кузов транспортного средства. При этом приготовления растворов удобрений в нем может происходить как на стационаре с использованием механических загрузчиков компонентов, так и в кузове автотранспорта с ручной загрузкой компонентов.

Для исключения затруднений, связанных с понижением температуры раствора в процессе приготовления и оседания карбамидно-аммиачной смеси при добавлении в воду нами предложен растворно-смесительный узел с механической двухлопастной мешалкой и системой подогрева раствора. Приведены формулы, позволяющие определить расчетную мощность двигателя привода лопастной мешалки растворно-смесительного узла.

Библиография

1. Алейник С.Н., Рыжков А.В., Казаков К.В. и др. Сельскохозяйственные машины. Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Майский: Белгородский ГАУ, 2020. 356 с.
2. Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Макаренко А.Н. и др. Региональная сельскохозяйственная техника. Практикум для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Майский: Белгородский ГАУ, 2017. 208 с.
3. Никляев В.С. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство. М.: Былина, 2000. 555 с.
4. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. М.: КолосС, 2016. 584 с.
5. Булавин С.А., Любин В.Н., Макаренко А.Н. и др. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза. Майский: Белгородская ГСХА, 2013. 334 с.
6. Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. Зарубежная сельскохозяйственная техника. Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
7. Рябоконт С.М. Машины для внесения удобрений. М.: КолосС, 2014. 217 с.
8. Электронный ресурс. Растворно-заправочная станция РЗС-3. Режим доступа: https://d-t-m.ru/product/rastvoro_zapravochnaya_stanciya_rzs_3.
9. Электронный ресурс Растворный узел «РУКАС-150 Автомат». Режим доступа: <https://nagroual.ru/p371052668-rukas-150-avtomat.html>.
10. Ухин Б.В. Гидравлика. М.: Инфра-М, 2008. 432 с.

References

1. Aleynik S.N., Ryzhkov A.V., Kazakov K.V. i dr. Selskokhozyaystvennyye mashiny. [Agricultural vehicles]. Uchebnoye posobiye dlya studentov selskokhozyaystvennykh VUZov po napravleniyu podgotovki 35.03.06 Agroiinzheneriya. Mayskiy: Belgorodskiy GAU. 2020. 356 PP.
2. Ryzhkov A.V., Machkarin A.V., Makarenko A.N. i dr. Regionalnaya selskokhozyaystvennaya tekhnika. [Regional agricultural machinery]. Praktikum dlya studentov selskokhozyaystvennykh VUZov po napravleniyu podgotovki 35.03.06 Agroiinzheneriya. Mayskiy: Belgorodskiy GAU. 2017. 208 PP.
3. Niklyayev V.S. Osnovy tekhnologii selskokhozyaystvennogo proizvodstva. Zemledeliye i rasteniyevodstvo. [Fundamentals of agricultural production technology. Agriculture and crop production]. M.: Bylina. 2000. 555 PP.
4. Yagodin B.A., Zhukov Yu.P., Kobzarenko V.I. Agrokimiya. [Agrochemistry]. M.: KolosS. 2016. 584 PP.
5. Bulavin S.A., Lyubin V.N., Makarenko A.N. i dr. Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii uborki. pererabotki i utilizatsii navoza. [Technologies and means of mechanization of manure harvesting, processing and utilization]. Mayskiy: Belgorodskaya GSKhA. 2013. 334 PP.

6. Kazakov K. V., Makarenko A. N., Martynova I. V., and others. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural machinery]. Moscow; Belgorod: bibcom library collection Center, LLC, 2016. 200 PP.
7. Ryabokon S.M. Mashiny dlya vneseniya udobreniy. [Machines for fertilizer application]. M.: KolosS. 2014. 217 PP.
8. Elektronnyy resurs. Rastvorno-zapravochnaya stantsiya RZS-3. [Rzs-3 filling station]. Rezhim dostupa: https://d-t-m.ru/product/rastvoro_zapravochnaya_stantsiya_rzs_3.
9. Elektronnyy resurs. Rastvornyy uzel «RUKAS-150 Avtomat». [Solution unit «RUKAS-150 Automatic»]. Rezhim dostupa: <https://nagroual.ru/p371052668-rukas-150-avtomat.html>.
10. Ukhin B.V. Gidravlika. [Hydraulics]. M.: Infra-M. 2008. 432 PP.

Сведения об авторах

Чехунов Олег Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48, e-mail: olegbelgorod@mail.ru

Рыжков Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48, e-mail: ryzhkovbgsha@yandex.ru

Information about authors

Chekhunov Oleg Andreevich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7(4722)38-19-48, e-mail: olegbelgorod@mail.ru

Ryzhkov Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7(4722)38-19-48, e-mail: ryzhkovbgsha@yandex.ru

О.А. Шарая, Н.В. Водолазская

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЧУГУНА ПУТЕМ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ИХ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. Проблема ускоренного износа в большинстве случаев возникает из-за того, что поверхность изделия испытывает контактные нагрузки и подвергается коррозии, что в полной мере относится к технологическому оборудованию агропромышленного комплекса, которое работает в весьма тяжелых силовых, температурных и скоростных условиях эксплуатации трущихся деталей. В связи с этим на современном этапе развития техники и технологий повышенное внимание уделяется инженерии поверхности, что подразумевает получение принципиально новых материалов с заданным уровнем свойств. В данной работе предлагаются варианты решения проблемы износа поверхности изделий из чугуна марки ВЧ 60 за счет разработки технологических процессов его упрочняющей обработки. Лабораторные испытания контрольных образцов выполнялись при возрастающих через 200 Н нагрузках (200, 400, 600, 800 Н) до наступления катастрофического износа, о котором свидетельствовало резкое возрастание силы трения. Для каждой из нагрузок рассчитывали интенсивность и величину износа. В качестве упрочняющих технологий поверхностного слоя использовались нитроцементация, «жидкостное азотирование» и карбонитрация. Образцы испытывали попарно, после каждого испытания определяли величину весового износа. Для исключения влияния на результаты испытаний износа образцов из стали 40Х, работающих в паре с чугуном марки ВЧ60, химико-термической обработке подвергали всю рабочую пару. Сравнительный анализ полученных результатов показал, что наибольшей несущей способностью 1000 Н обладают образцы из чугуна марки ВЧ60 после карбонитрации и «жидкостного азотирования». У нитроцементованных образцов несущая способность ниже в среднем 600 Н. Но наиболее предпочтительным вариантом упрочняющей обработки является карбонитрация, для осуществления которой используются неядовитые циановокислые соли («жидкостное азотирование» относится к малотоксичным процессам). В результате проведенных исследований рекомендованы режимы упрочняющей обработки поверхностного слоя, способствующие решению проблемы повышения износостойкости деталей из чугуна.

Ключевые слова: износостойкость, упрочнение, чугун, химико-термическая обработка, нанесение покрытия, модифицирование.

METHODS OF INCREASING WEAR RESISTANCE OF CAST IRON PRODUCTS BY STRENGTHENING TREATMENT OF THEIR SURFACE

Abstract. The problem of accelerated wear in most cases arises from the fact that the surface of the product undergoes contact loads and corrosion. This fully relates to the technological equipment of the agro-industrial complex, which operates in very heavy power, temperature and speed operating conditions of friction parts. At the present stage of the development of equipment and technology, increased attention is paid to surface engineering, which implies the production of fundamentally new materials with a given level of properties. This paper proposes options for solving the problem of surface wear of products made of cast iron grade EN-GJS-600-3 due to the development of technological processes of its strengthening treatment. Laboratory tests of control samples were carried out at increasing loads after 200 N (200, 400, 600, 800 N, etc.) before catastrophic wear, which was evidenced by a sharp increase in friction force. For each of the loads, the intensity and value of wear were calculated. Nitrocementation, "liquid nitriding" and carbonitration were used as surface layer strengthening technologies. Samples were tested in pairs, after each test the weight wear value was determined. In order to exclude the influence on the results of wear tests of steel 41Cr4 samples working in tandem with cast iron grade EN-GJS-600-3, the working pair was subjected to chemical-thermal treatment. Comparative analysis of the results showed that samples of cast iron grade EN-GJS-600-3 after carbonitration and "liquid nitriding" have the greatest bearing capacity 1000 N. Nitrocemented samples have a lower bearing capacity an average of 600 N. But the most preferred hardening treatment is carbonitration, for which non-toxic cyano acid salts are used ("liquid nitriding" refers to low-toxic processes). As a result of the studies, the surface layer hardening treatment modes are recommended, which help to solve the problem of increasing the wear resistance of cast iron parts.

Keywords: wear resistance, hardening, cast iron, chemical-thermal treatment, coating technology, modification.

Введение. Сельскохозяйственное машиностроение является одной из важнейших отраслей народного хозяйства, поэтому выпускаемая предприятиями агропромышленного комплекса продукция должна удовлетворять жестким требованиям, предъявляемым к ее работоспособности и производительности. В частности, для повышения качества эксплуатации оборудования, в состав которого входят изделия из чугуна различной категории сложности, работающие в условиях сухого трения скольжения и трения со смазкой, важно предупредить его отказы. Основной причиной отказа любого оборудования зачастую является износ основных

элементов конструкции [1,2,3]. В большинстве случаев проблема повышенного износа возникает из-за того, что поверхность изделия испытывает контактные нагрузки и подвергается коррозии. В связи с этим особое внимание уделяется вопросам инженерии поверхности, что подразумевает получение принципиально новых материалов с заданным уровнем свойств [4,5,6] или упрочняющую обработку поверхностного слоя изделий из известных металлических сплавов [7,8,9]. Задачу создания металлических материалов с качественно новыми свойствами обычно решают на основе комплексного подхода, объединяющего принципы формирования химического состава материала и затем структуры путем разработки технологических процессов его упрочняющей обработки.

Среди упрочняющих технологий особое место занимают физико-химические способы воздействия на поверхность материала, так как состояние поверхности во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства деталей машин. Получение упрочненных поверхностных слоев достигается путем целенаправленного формирования заданного структурного состояния металла методами химико-термической обработки, в том числе с использованием высококонцентрированных источников энергии, таких как ионные, лазерные, ультразвуковые, высокочастотные индукционные и другие [10,11,12]. В результате такого воздействия происходят либо структурные изменения в исходной поверхности, т.е. процесс модифицирования, или формирование заданного покрытия на поверхности.

Анализ последних исследований и публикаций [13-26] свидетельствует о важности продолжения научных изысканий в области создания упрочняющих покрытий материалов. Поэтому изучение физико-химических основ формирования структуры поверхности при различных способах модифицирования изделий из конструкционных металлических сплавов на основе железа, в частности чугуна, и разработка новых упрочняющих технологий для улучшения комплекса эксплуатационных свойств, а именно, для повышения износостойкости изделий из чугуна путем упрочняющей обработки их поверхности является актуальной задачей.

Объектом исследования является технологический процесс упрочнения поверхностного слоя деталей машин. В качестве исследуемого материала выбран высокопрочный чугун марки ВЧ60 (ГОСТ 7293-85), который применяется для изготовления наиболее быстроизнашивающихся деталей транспортной и сельскохозяйственной техники [27,28]. Однако, ресурс работы таких деталей в условиях высоких удельных нагрузок и, особенно в случае попадания в зону трения абразивных частиц является низким. Для продления ресурса работы предлагается использовать покрытия, содержащие износостойкие и коррозионностойкие компоненты при различных способах модифицирования изделий. Широкие возможности в этом направлении открывают методы комбинированного насыщения с возможностью получения композиционных покрытий с более высоким уровнем эксплуатационных свойств.

Целью данной работы является исследование влияния способов химико-термической обработки на износостойкость высокопрочного чугуна.

Для достижения поставленной цели необходимо установить закономерности влияния способов химико-термической обработки, например, нитроцементации, «жидкостного азотирования» и карбонитрации, на структуру и физико-механические свойства поверхности изделий из чугуна для повышения износостойкости этих изделий.

Материалы и методика проведения исследований. Нитроцементацию осуществляли в газовой смеси аммиака и экзогаза (состав: CO_2 – 0,7%; H_2 – 19,4%; CO – 1,4%; O_2 – 0,8%) при температуре 590°C в течение 6 часов. Насыщение образцов при «жидкостном азотировании» проводили в соли АСГ-1 (ТУ 6-03-29-5-7), выпускаемой Дзержинским филиалом ГИАП при температуре 570°C в течение 2 часов исходном состоянии соль АСГ-1 нетоксична, но в процессе работы в расплаве образуется от 1% до 3% цианидов KCN [11, 13]. Карбонитрацию проводили в соляных ваннах на установке печь-ванна в расплаве циановокислого калия KCNO (85%) и поташа K_2CO_3 (15%) при температуре 570°C в течение 2 часов с продувкой кислородом.

Сравнительные испытания образцов на износостойкость после различных видов ХТО проводили на машине трения СМЦ-2 (рис. 1). Образец «диск» 3 крепили неподвижно на нижнем валу машины. Угловая скорость вращения ω_2 этого вала соответствовала 1070 мин^{-1} . «Ролик» 2 закрепляли на верхнем валу машины трения 1, угловая скорость вращения которого составляла $\omega_1=904 \text{ мин}^{-1}$. К образцам прикладывали осевую нагрузку P . Эксперименты проводили в камере 6, заполненной маслом марки М8Г4 (ГОСТ 17479.1-85), которое меняли после каждого испытания.

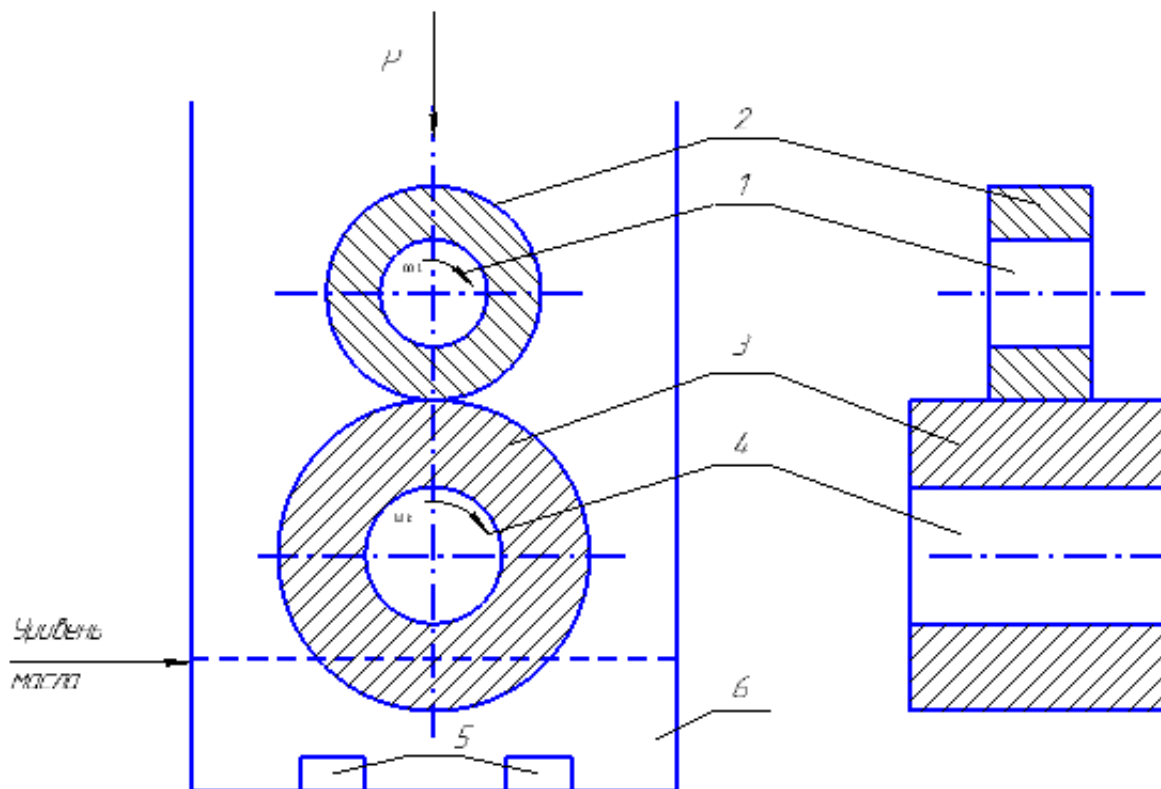


Рис. 1 - Схема испытания образцов на машине трения СМЦ-2

Сбор металлических продуктов износа осуществляли при помощи магнитов 5. Скорость скольжения составляла:

$$v = D_1\omega_1\pi + D_2\omega_2\pi = 2,8 \text{ м/с} \quad (1)$$

где D – диаметр образца.

Образцы испытывали попарно при возрастающих через 200 Н нагрузках (200,400, 600, 800 Н и т.д.) до наступления катастрофического износа, о котором свидетельствовало резкое возрастание силы трения.

Длительность испытаний при каждой из нагрузок составляла 60000 оборотов, соответствующая пути трения длиной 9,5 км. После каждого испытания определяли величину весового износа с точностью $\pm 0,001 \text{ г}$. Для каждой из нагрузок рассчитывали интенсивность I_d и величину h износа.

$$I_d = \frac{q}{L} \quad (2)$$

$$h = \frac{q \cdot 100}{j \cdot a \cdot D \cdot 3,14} \quad (3)$$

где L – путь трения, км;

q – весовой износ, мг;

j – удельный вес – $8,0 \text{ г/см}^3$;

a – ширина дорожки трения равная 3 мм.

По мере увеличения нагрузки наступает такой момент, когда температура в зоне контакта и коэффициент трения резко возрастают, образцы теряют свою устойчивость, происходит превышение определенного для каждой пары порога нормального трения и наступает катастрофический износ, критерием которого служит возрастание коэффициента трения до значений $\mu \geq 0,1$. После этого испытания продолжали еще в течение 10 с, что позволяло определить характер трения в этот период износа. Для исключения влияния на результаты испытаний износа образцов из стали 40Х, работающих в паре с чугуном марки ВЧ60, химико-термической обработке подвергали всю рабочую пару.

Результаты и их обсуждение. Математически обработанные результаты испытаний образцов на машине трения СМЦ-2 после упрочнения по описанным выше методикам приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты сравнительных испытаний образцов на износостойкость

Вид и режим обработки	Интенсивность износа (мг/км) при нагрузке (Н)								Нагрузка, при которой возникает задир, Н	Путь трения при макс. нагрузке, км
	200		400		600		800			
	40Х	ВЧ60	40Х	ВЧ60	40Х	ВЧ60	40Х	ВЧ60		
Без обработки	1,89	2,10	1,82	2,24	-	-	-	-	400	6,8
	1,68	1,76	2,16	2,08	-	-	-	-	400	4,3
Нитроцементация	1,15	1,12	0,13	0,24	0,96	0,72	-	-	800	3,1
	1,12	0,83	0,89	0,56	-	-	-	-	400	7,0
«Жидкостное азотирование»	0,80	0,96	0,40	0,41	0,64	0,69	0,82	0,63	1000	3,2
	0,66	0,46	0,45	0,40	0,68	0,56	0,80	0,58	1000	3,5
Карбонитрация	0,63	0,68	0,43	0,46	0,56	0,70	0,78	0,71	1000	2,8
	0,58	0,61	0,52	0,39	0,44	0,62	0,92	0,53	1000	4,0

Сравнение полученных результатов показывает, что наибольшей несущей способностью 1000 Н обладают образцы из чугуна марки ВЧ60 после карбонитрации и «жидкостного азотирования». У нитроцементованных образцов несущая способность несколько ниже - в среднем 600 Н. При нагрузке 800 Н интенсивность износа нитроцементованных образцов возрастает до 72 мг/км, при этом на поверхности трения образцов из чугуна образуются усталостные поперечные трещины. Переход от нормального механического износа к катастрофическому сопровождается резким возрастанием интенсивности износа до значений 500...2500 мг/км и последующим переносом частиц чугуна на поверхность образцов из стали 40Х.

Аналогичные явления наблюдались и при испытании образцов без предварительной химико-термической обработки, но уже при более низких нагрузках – 600 Н.

Более высокую износостойкость чугуна после карбонитрации и «жидкостного азотирования» по сравнению с нитроцементацией, особенно при больших нагрузках, можно объяснить большей пластичностью слоя, которую оценивали по отпечаткам Роквелла на поверхности образцов, не имеющих трещин, а также хорошей прирабатываемостью трущихся поверхностей. Однако, учитывая экологичность, предпочтение имеет карбонитрация, как нетоксичный процесс.

Высокая износостойкость образцов после карбонитрации обусловлена формированием на поверхности высокопрочного чугуна диффузионного слоя с определенным комплексом физико-механических свойств.

Типичный вид микроструктуры на поверхности образцов из чугуна после карбонитрации представлен на рисунке 2.

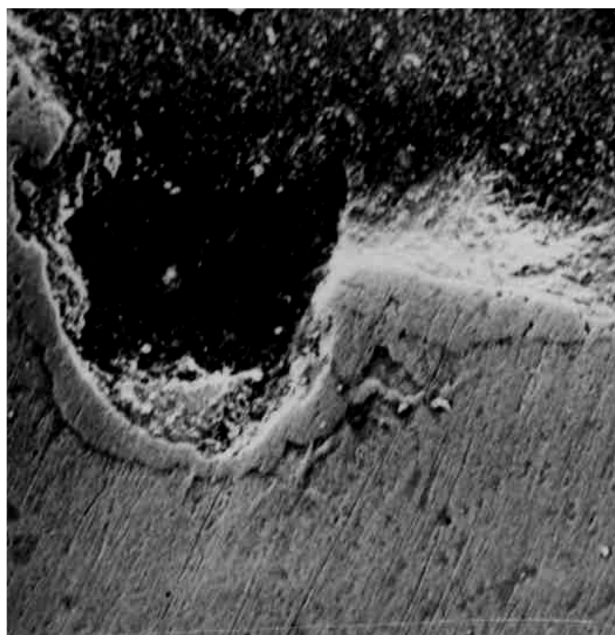


Рис.2 - Микроструктура чугуна марки ВЧ60 после карбонитрации при температуре 570°C в течение 3 часов, x1000

На поверхности располагается темная зона, за которой следует нетравящийся светлый слой, отделенный видимой границей от матрицы. Включения шаровидного графита выходят на поверхность.

Фазовый состав поверхностных слоев изучали методом рентгеноструктурного анализа с определением типа кристаллических решеток фаз и их параметров. Съемку рентгенограмм проводили на дифрактометре «ДРОН-2» (излучение $K\alpha Fe$). При идентификации фаз и определении параметров решеток использовали таблицы межплоскостных расстояний и интенсивностей линий известных фаз [29].

На рентгенограммах, снятых с поверхности образцов после карбонитрации, наблюдали изменение периодов решетки чисто нитридной ϵ -фазы (Fe_3N), связанное с частичным растворением углерода, что позволило идентифицировать ее как карбонитридную фазу $Fe_3(N,C)$. Расшифровка рентгенограмм (таблицы 2 и 3) показала, что с увеличением температуры карбонитрации и времени выдержки в расплаве качественный состав поверхностного слоя не меняется.

Таблица 2 - Результаты расшифровки рентгенограмм, снятых с поверхности образцов, карбонитрированных при температуре 570°C в течение 3 часов

Номер линии	$2 L_{изм.}$	θ	I	d/h, Å°	HKL	Фаза
1	45,2	22°36	15	2,52	311	Fe_3O_4
2	48,2	24°12	20	2,36	100	$Fe_3(N,C)$
3	52,6	26°18	90	2,19	002	$Fe_3(N,C)$
					111	Fe_4N
4	55,8	27°54	100	2,07	101	$Fe_3(N,C)$
5	57,2	28°36	35	2,02	110	$\alpha-Fe$
6	61,4	30°42	40	1,9	200	Fe_4N
7	74,0	37°00	16	1,6	102	$Fe_3(N,C)$
8	85,2	42°36	8	1,43	200	$\alpha-Fe$
9	90,4	45°12	8	1,36	110	$Fe_3(N,C)$
10	92,4	46°12	15	1,34	220	Fe_4N
11	102,4	51°12	16	1,24	103	$Fe_3(N,C)$
12	111,8	55°54	25	1,17	211	$\alpha-Fe$
13	115,8	57°54	20	1,14	201	$Fe_3(N,C)$
14	124,4	62°24	8	1,09	004	$Fe_3(N,C)$
15	145,6	72°48	10	1,01	220	$\alpha-Fe$

Таблица 3 - Результаты расшифровки рентгенограмм, снятых с поверхности образцов, карбонитрированных при температуре 570°C в течение 7 часов

Номер линии	2 L _{изм.}	θ	I	d/h, Å°	HKL	Фаза
1	38,23	19 ⁰ 12	20	2,95	220	Fe ₃ O ₄
2	45,16	22 ⁰ 36	90	2,52	311	Fe ₃ O ₄
3	48,13	24 ⁰ 60	8	2,37	100	Fe ₃ (N,C)
4	52,31	26 ⁰ 18	60	2,19	002	Fe ₃ (N,C)
					111	Fe ₄ N
5	55,25	27 ⁰ 36	100	2,09	101	Fe ₃ (N,C)
6	57,33	28 ⁰ 42	3	2,02	110	α -Fe
7	61,5	30 ⁰ 48	20	1,89	200	Fe ₄ N
8	69,0	34 ⁰ 30	5	1,71	422	Fe ₃ O ₄
9	73,75	36 ⁰ 54	40	1,61	511	Fe ₃ O ₄
					102	Fe ₃ (N,C)
10	81,5	40 ⁰ 48	30	1,48	440	Fe ₃ O ₄
11	90,0	45 ⁰	6	1,37	110	Fe ₃ (N,C)
12	92,35	46 ⁰ 24	8	1,34	220	Fe ₄ N
13	98,15	49 ⁰ 6	3	1,28	533	Fe ₃ O ₄
14	102,16	51 ⁰ 12	12	1,24	103	Fe ₃ (N,C)
15	111,25	55 ⁰ 42	6	1,17	112	Fe ₃ (N,C)
16	115,45	56 ⁰ 30	12	1,14	201	Fe ₃ (N,C)
17	124,58	62 ⁰ 36	10	1,09	004	Fe ₃ (N,C)

Для выявления последовательности расположения фаз съемку рентгенограмм проводили после снятия шлифованием поверхностных слоев глубиной $4 \cdot 10^{-6}$ м (4 мкм) до исходной структуры чугуна. На рисунке 3 приведены штрихдиаграммы чугуна марки ВЧ60.

Визуальная оценка линий по интенсивности показала, что очень сильные линии на рентгенограммах, снятых с поверхности, принадлежат оксидам Fe₃O₄, которые после удаления слоя $4 \cdot 10^{-6}$ м полностью исчезают. Сильные линии, принадлежащие нитриду железа Fe₄N (γ' -фаза) и карбонитриду Fe₃(N,C), (ϵ - фаза) исчезают только после снятия слоя глубиной $16 \cdot 10^{-6}$ м. Однако последовательность расположения фаз в карбонитридном слое рентгеноструктурным методом не удалось установить. По-видимому, карбонитридный слой состоит из дисперсной смеси карбонитридов Fe₃(N,C) и нитридов Fe₄N.

Проведенные исследования позволили выявить в поверхностном слое чугуна после карбонитризации следующие фазы:

- 1) оксид железа Fe₃O₄ с решеткой типа шпинели ($a=8,3$ Å);
- 2) нитрид железа Fe₄N (γ' - фаза), имеющий гранецентрированную кубическую решетку с параметром $3,79$ Å;
- 3) ϵ - карбонитрид Fe₃(N,C) с гранецентрированной решеткой.

Теоретически интенсивность линий фаз на рентгенограммах при равномерном распределении, достаточной дисперсности и отсутствии текстуры пропорциональны их количественному содержанию в слое.

Относительные интенсивности линий фаз на рентгенограммах определяли по формуле

$$Y_x = \frac{H_x \cdot 100}{H_\epsilon + 2,5 \cdot H_{\gamma'} + H_{Fe_3O_4}} \quad (4)$$

где Y_x - относительная интенсивность линии какой-либо фазы, %;

H_x - высота линии этой фазы, мм;

H_ϵ -высота линии (101) ϵ -Fe₃(N,C), мм;

$H_{\gamma'}$ -высота линии (200) Fe₄N, мм;

$H_{Fe_3O_4}$ -высота линии (200) Fe₃O₄, мм.

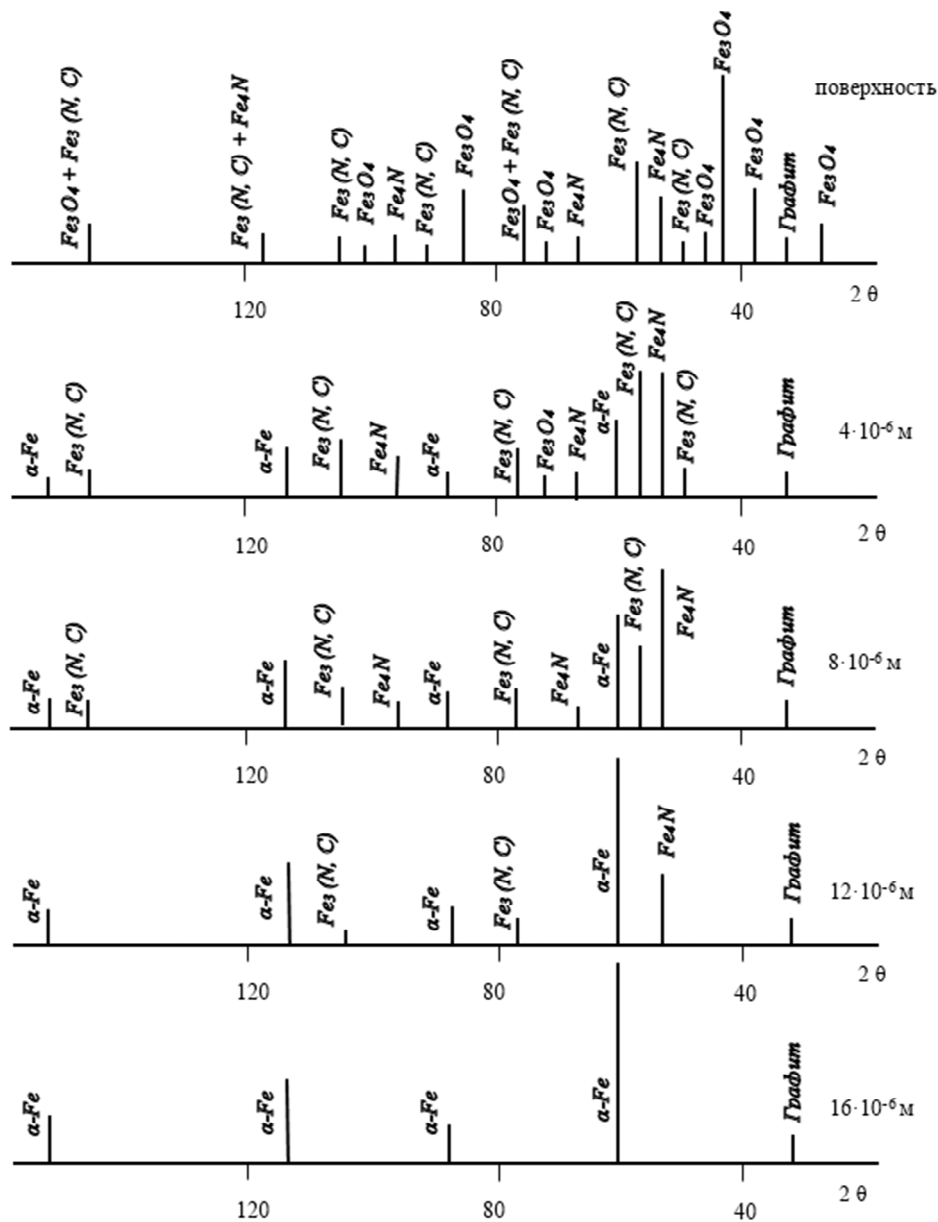


Рис.3 - Штрихдиаграммы чугуна марки ВЧ60

Зависимость является весьма приблизительной, но для качественной оценки кинетики роста слоя карбонитридов представляет интерес. Результаты проведенных расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние продолжительности процесса карбонитрации при температуре 570°C на глубину и количественное соотношение фаз в поверхностном слое

Марка чугуна	Продолжительность карбонитрации, час	Расчетная толщина карбонитридных фаз, мкм	Относительное содержание фаз, %		
			Fe_3O_4	Fe_4N	$Fe_3(NC)$
ВЧ60	3	12,4	7	46	47
	7	20,3	34	26	40

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при карбонитрации чугуна происходит его диффузионное насыщение не только атомами азота и углерода, но и кислорода, сопровождающееся образованием на поверхности оксидов Fe_3O_4 , карбонитридов $Fe_3(NC)$ и нитридов Fe_4N , количественное соотношение которых в диффузионном слое определяется параметрами процесса карбонитрации.

Насыщение чугуна азотом, углеродом и кислородом, сопровождающееся перераспределением элементов в поверхностном слое и образованием в нем новых фаз, в том числе сложных карбонитридов, приводит и к изменению физико-механических свойств поверхности. Профиль распределения микротвердости представлен на рис. 4.

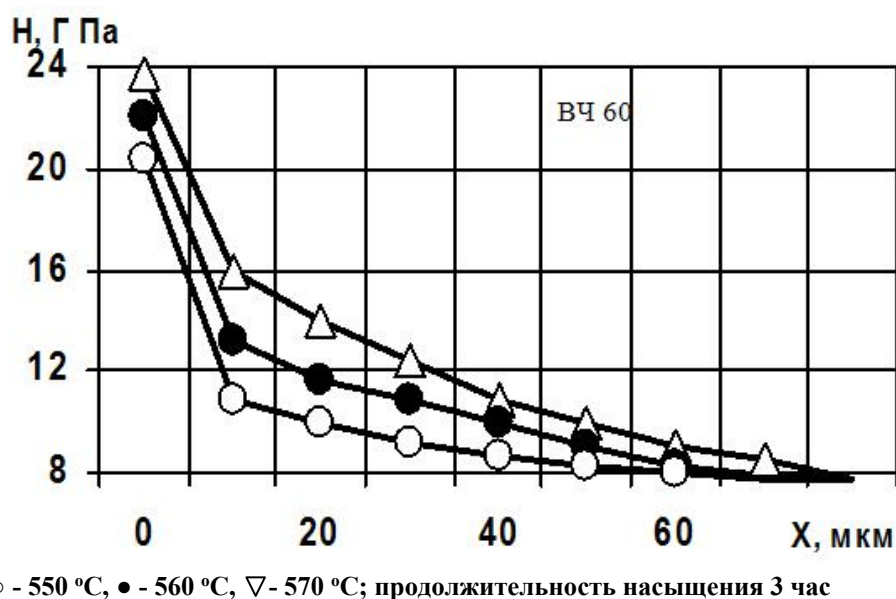


Рис.4 - Распределение микротвердости (Н, ГПа) по глубине (Х, мкм) образцов из чугуна марки ВЧ60 после карбонитрации при температурах процесса

Из рисунка следует, что микротвердость на поверхности в 3,5...4 раза превышает микротвердость основы, благодаря чему достигается высокая износостойкость после карбонитрации (табл. 1).

Выводы и перспективы исследований. Исследованы основные способы повышения износостойкости изделий из чугуна за счет упрочнения методом химико-термической обработки их поверхностного слоя. В качестве упрочняющих технологий предложено использовать нитроцементацию, «жидкостное азотирование» и карбонитрацию.

Сравнительный анализ полученных экспериментальных данных показал, что наибольшей несущей способностью 1000 Н обладают образцы из чугуна марки ВЧ60 после карбонитрации и «жидкостного азотирования». У нитроцементованных образцов несущая способность ниже - в среднем 600 Н. Но наиболее предпочтительным вариантом упрочняющей обработки является карбонитрация, для осуществления которой используются неядовитые циановокислые соли («жидкостное азотирование» относится к малотоксичным процессам). Полученные результаты свидетельствуют о том, что при карбонитрации чугуна происходит его диффузионное насыщение не только атомами азота и углерода, но и кислорода, сопровождающееся образованием на поверхности оксидов Fe_3O_4 , карбонитридов $Fe_3(NC)$ и нитридов Fe_4N , количественное соотношение которых в диффузионном слое определяется параметрами процесса карбонитрации. В результате проведенных исследований рекомендованы режимы упрочняющей обработки поверхностного слоя, способствующие решению проблемы повышения износостойкости деталей из чугуна.

В перспективе планируется проведение подобных исследований изделий из серого чугуна, используемых в машинах сельскохозяйственного назначения.

Библиография

1. Кузьмин В. В., Косов Д. С., Новиков А. Л. и др. Система прогнозирования отказов оборудования промышленных предприятий // Надежность и качество сложных систем, № 3 (11), 2015. С. 87 – 90.
2. Водолаская Н. В., Минасян А. Г., Шарая О. А. О причинах отказа и об оценке износа насосного оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. № 3 (11), 2016. С. 14 – 23.

3. Лебедев А. Т., Павлюк Р. В., Захарин А. В. и др. Исследование возникающих отказов между основными системами зерноуборочных комбайнов и времени их устранения // Технический сервис машин, 2019. № 3 (136). С. 33 – 39.
4. Vodolazskaya N. Types and ways of modernization in a context of the international experience // *Virtual Economics*, Vol.2. 2(1), London, 2019. P 81 –93.
5. Куликов В. Ю., Аубакиров Д. Р., Квон Св. С. и др. Применение износостойких материалов в металлургической отрасли республики Казахстан // *Металлург*. 2018. № 10. С. 80 – 83.
6. Kvon S.S., Kulikov V.Y., Shcherbakova Y.P. et al. Effect of inoculants introducing on improving ingot structure / S.S. Kvon, / S.K. Arinova // *Metallurgija* (Zagreb, Croatia). 2019. Т. 58. № 3-4. С. 315 – 318.
7. Шарая О. А., Водолазская Н. В. Упрочнение деталей модельной оснастки // *Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации*. Ч. 4. - Караганда: КарГТУ, 2017. С. 96 – 98.
8. Шарая О. А., Водолазская Н. В. Упрочнение чугуна диффузионной металлизацией // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2018. № 1 (17). С. 68 – 77.
9. Шарая О. А., Водолазская Н. В. Технологические аспекты модифицирования поверхностного слоя деталей сельскохозяйственных машин // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2019. № 3 (23). С. 82 – 92.
10. Стребков, С.В., Слободюк А.В., Сахнов А.П., Бондарев А.В. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием // *Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке»*. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 399 – 403.
11. Исагулов А. З., Шарая О. А., Мещанова С. О. и др. Разработка методов поверхностного упрочнения металлических изделий // *Труды университета*. вып. №4. Караганда, 2010. С. 16 – 18.
12. Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. Технологические процессы лазерной обработки // *Учеб.пособие для вузов*. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 664 с.
13. Vodolazskaya N., Sharaya O. Modifying of the Surface of Products from Cast Iron as the Element of Production Modernization. // *Solid State Phenomena*, vol. 299, Trans Tech Publications, Ltd., Jan. 2020, P. 588–593.
14. Ovchinnikov V. V., Borovin Y. M., Lukyanenko E. V. et al. Corrosion resistance improvement of 30XGCN2A steel by ion implantation using cathodes based on immiscible components//*Inorganic Materials: Applied Research*. 2016. V. 7 (4). P. 570-575. doi: 10.1134/s2075113316040262.
15. Шарая О.А., Водолазская Н. В., Евсеенко А.А. и др. Механизм образования поверхностного слоя чугуна в процессе карбонитрации // *Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации // Труды международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 11)*. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. С. 345 – 347.
16. Исагулов А. З., Квон Св. С., Куликов В. Ю. и др. Изучение микроструктуры теплоустойчивых сталей, раскисленных ферросилицием и барием // *Металлургия (Сисак, Югославия)*. 2016. Т. 55. № 3. С. 388 – 390.
17. Vodolazskaya N. V., Sharaya O.A. Wear resistance of cast iron parts due to modification of surface layer // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. 2020. Is.18. P 33 –36.
18. Веселовский А. А., Ерофеев В. В., Игнатъев А. Г. Способ увеличения толщины термодиффузионных покрытий при изготовлении и восстановлении деталей сельскохозяйственных машин // *Труды ГОСНИТИ*. 2016. Т. 123. С. 171 – 175.
19. Шарая О.А., Водолазская Н. В., Ульяновцев А.В. и др. Механизм формирования карбонитридного слоя на поверхности чугуна // *Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации // Труды международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 12)*. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2020. С. 197 – 199.
20. Kvon S. S., Kulikov V. Y., Filippova T. S. et al. Using high-chromium iron as material for production of the equipping components of mine shafts // *Metallurgija* (Zagreb, Croatia). 2016. Т. 55. № 2. P. 206 – 208.
21. Nosenko, V.A., Fetisov, A.V., Puzyrkova, V.Ye. Morphology and Chemical Composition of Silicon Carbide Surfaces Interacting with Iron, Cobalt, and Nickel in Microscratching. *Solid State Phenomena*, 2018. P. 363 – 368. 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.363.
22. Водолазская Н. В., Шарая О.А., Корнев О.С. Исследование процесса упрочнения поверхностного слоя элементов конструкций машин // *Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы: Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ*, 2020. С. 108 – 112.
23. Прокошкин, Д.А. Карбонитрация. М.: Машиностроение, Металлургия, 1986. 240 с.
24. Гуревич, Ю.Г., Овсянников В.Е., Фролов В.А. Диффузионное хромирование деталей из ферритно-перлитного серого чугуна // *Машиностроение и инженерное образование*. 2011. № 2. С. 2 – 10.
25. Melnikov N.B., Reser B.I., Grebennikov V.I. Strength of SHS Aluminium Cast Iron from Dispersed Mechanical Engineering Waste Article // *Solid State Phenomena*, 2012, том 190, P. 43 – 46.
26. Крукович М.Г. Низкотемпературные процессы химико-термической обработки для единичного и мелкосерийного производства // *Технические науки*, 2016. №5(47). Ч.3. С. 118 – 120.
27. Шерман, А. Д., Жуков А. А. Чугун. Справочник - М.: Металлургия, 1991. 576 с.
28. Веселовский, А.А. Формирование термодиффузионных ванадиевых покрытий на высокопрочном чугуне // *Упрочняющие технологии и покрытия*. 2013. № 7. С. 40 – 45.

29. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ. Получение и измерение рентгенограмм: Справочное руководство. М.: Наука, 1976. 326 с.

References

1. Kuz'min V.V., Kosov D.S., Novikov A.L. Sistema prognozirovaniya otkazov oborudovaniya promyshlennykh predpriyatij [Equipment failure prediction system of industrial enterprises] Reliability and quality of complex systems. № 3 (11), 2015. Pp. 87 – 90.
2. Vodolazskaya N.V., Minasyan A.G., Sharaya O.A. O prichinah otkaza i ob ocenke iznosa nasosnogo oborudovaniya pererabatyvayushchih predpriyatij APK [Reasons for Failure and on Evaluation of Wear of Pumping Equipment of Processing Enterprises of Agro-Industrial Complex] Innovations in Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects. № 3 (11), 2016. Pp. 14 – 23.
3. Lebedev A.T., Pavlyuk R.V., Zaharin A.V. et al. Investigation of emerging failures between main systems of grain combine and time of their elimination // Technical service of machines, 2019. № 3 (136). C. 33 – 39.
4. Vodolazskaya N. Types and ways of modernization in a context of the international experience // Virtual Economics, Vol.2. 2(1), London, 2019. P. 81–93.
5. Kulikov V. Yu., Aubakirov D. R., Kvon Sv. S. i dr. Primenenie iznosostojkikh materialov v metallurgicheskoj otrasli respubliki Kazahstan [Application of wear-resistant materials in the metallurgical industry of the Republic of Kazakhstan]. Metallurg. 2018. № 10. Pp. 80–83.
6. Kvon S.S., Kulikov V.Y., Shcherbakova Y.P. et al. Effect of inoculants introducing on improving ingot structure / S.S. Kvon, / S.K.Arinova // Metallurgija (Zagreb, Croatia). 2019. T. 58. № 3-4. Pp. 315 – 318.
7. Sharaya O. A., Vodolazskaya N. V. Hardening of details of the model equipment, Integration of science, education and production - a basis of implementation of the Plan of the nation, Karaganda: Publishing house of KARGTU, 2017, pp. 96 – 98.
8. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Cast iron hardening by diffusive metallization, // Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospects, 2018, Pp. 68 – 77.
9. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Technological aspects of surface layer of agricultural machines parts // Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospects. 2019. № 3 (23). Pp. 82 – 92.
10. Strebkov, S.V., Slobodyuk A.P., Sakhnov V.A., Bondarev A.V. Hardening of the working edges of tillers electric-spark alloying, // Materials of International scientific-practical conference "Actual problems of Agroengineering in the XXI century", dedicated to the 30th anniversary of the Department of technical mechanics, construction of machines. – p. may: doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2018. Pp. 399 – 403.
11. Isagulov A. Z., Sharaya O. A., Meshchanova S. O. i dr. Razrabotka metodov poverhnostnogo uprochneniya metallicheskih izdelij [Development of methods of surface hardening of metal products] University Works / Karaganda State Technical University №4. Karaganda, 2010. Pp. 16 – 18.
12. Grigor'yanc A. G., SHiganov I. N., Misyurov A. I. Tekhnologicheskie processy lazernoj [Technological processes of laser processing]. Studies. a grant for higher education institutions. - M.: MGTU im. N.E. Bauman, 2006. 664 p.
13. Vodolazskaya N., Sharaya O. Modifying of the Surface of Products from Cast Iron as the Element of Production Modernization. // Solid State Phenomena, vol. 299, Trans Tech Publications, Ltd., Jan. 2020, Pp. 588–593.
14. Ovchinnikov V. V., Borovin Y. M., Lukyanenko E. V. et al. Corrosion resistance improvement of 30XGCN2A steel by ion implantation using cathodes based on immiscible components//Inorganic Materials: Applied Research. 2016. V. 7 (4). P. 570-575. doi: 10.1134/s2075113316040262.
15. Sharaya O. A., Vodolazskaya N. V., Evseenko A. A. i dr. The mechanism of formation of the surface layer of cast iron in the process of carbonitration. Integration of science, education and production - the basis of implementation of the National Plan // Works of international scientific and practical concordance. (Saginovsky readings № 11), \ - Karaganda: KarGTU, 2019. – Pp. 345 – 347.
16. Isagulov A. Z., Kvon Sv. S., Kulikov V. YU. i dr. Izuchenie mikrostruktury teploustojchivyh stalej, raskislennykh ferrosilicem i bariem [Study of microstructure of heat-resistant steels deoxidized with ferrosilicon and barium]. Metallurgy (Sisak, Yugoslavia). 2016. Vol. 55. № 3. Pp. 388 – 390.
17. Vodolazskaya N. V., Sharaya O.A. Wear resistance of cast iron parts due to modification of surface layer // Journal of Advanced Research in Technical Science. – Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. – 2020. – Is.18. P 33 – 36.
18. Veselovskij A. A., Erofeev V. V., Ignat'ev A. G. Sposob uvelicheniya tolshchiny termodiffuzionnykh pokrytij pri izgotovlenii i vosstanovlenii detalej sel'skohozyajstvennykh mashin [Method of increasing the thickness of thermal diffusion coatings in the manufacture and restoration of agricultural machine parts] Works of GOSNITI. 2016. Vol. 123. Pp. 171 – 175.
19. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V., Ulyantsev A.V. ect. The mechanism for the formation of a carbonitride layer on the surface of cast iron//Integration of science, education and production is the basis for the implementation of the National Plan//Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Saginovsky Readings No. 12). Karaganda: Publishing House of KarGTU, 2020. Pp. 197 – 199.
20. Kvon S. S., Kulikov V. Y., Filippova T. S. et al. Using high-chromium iron as material for production of the equipping components of mine shafts // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2016. T. 55. № 2. P. 206 – 208.

21. Nosenko, V.A., Fetisov, A.V., Puzyrkova, V.Ye. Morphology and Chemical Composition of Silicon Carbide Surfaces Interacting with Iron, Cobalt, and Nickel in Microscratching. *Solid State Phenomena*, 2018 – P. 363 - 368. 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.363.
22. Vodolazskaya N.V., Sharaya O.A., Kornev O.S. Study of the process of strengthening the surface layer of machine structural elements//Agroengineering in the 21st century: problems and prospects: Materials of the National (All-Russian) scientific and practical conference with international participation Belgorod GAU, 2020. Pp. 108 – 112.
23. Prokoshkin D.A. Carbonitriding, M.: Mechanical engineering, Metallurgy, 1986 – 240 p.
24. Gurevich, Yu. G., Ovsyannikov E. V., Frolov V. A Diffusion chrome plating of parts made of ferritic-pearlitic grey cast iron // *Mechanical industry and engineering education*. 2011. No. 2. Pp. 2 – 10.
25. Melnikov N.B., Reser B.I., Grebennikov V.I. Strength of SHS Aluminium Cast Iron from Dispersed Mechanical Engineering Waste Article // *Solid State Phenomena*, 2012, том 190, Pp. 43 – 46.
26. Krukovich M.G. Low-temperature chemical-thermal treatment processes for single and small-scale production//*Technical sciences*, 2016. No. 5 (47). T.3. Pp. 118 – 120.
27. Sherman, A. D., Zhukov A. A. Cast Iron. Reference Moscow: Metallurgy, 1991. 576 p.
28. Veselovsky A. A. Formation of the thermal diffusion vanadium coatings on high-strength cast iron. // *Hardening technology and coatings*. 2013. No. 7. Pp. 40 – 45.
29. Mirkin L.I. X-ray structural analysis. Receiving and measuring radiographs: Reference manual. M.: Science, 1976. 326 p.

Сведения об авторах

Шарая Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: sharay61@mail.ru

Водолазская Наталия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: vnv26@bk.ru

Information about authors

Sharaya Olga Alexandrovna, PhD, associate professor at the Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: sharay61@mail.ru

Vodolazskaya Nataliya Vladimirovna, PhD, associate professor at the Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: vnv26@bk.ru.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 634.711:631.527

Н.И. Богомолова, С.В. Резвякова, М.В. Лукин

КРУПНОПЛОДНОСТЬ И МНОГОПЛОДНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГЕНОТИПОВ МАЛИНЫ КРАСНОЙ КАК ОСНОВА ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Аннотация. Исследования проводились в 2016-2019 годах в полевых условиях ФГБНУ Всероссийского НИИ селекции плодовых культур. Плантация заложена весной 2013 года. Схема расположения растений 4,0х0,5м. Объекты исследований – отборные и элитные формы малины различного генетического происхождения. Целью исследований являлось выделение новых генетических источников продуктивности и крупноплодности малины. Одним из основных биологических признаков сортообразцов малины является число репродуктивных образований (плодовых веточек, ягод в одном латерале, величина средней ягоды). Комплекс этих факторов потенциально влияет на урожайность растений. Установлено, что у малины в большей степени все почки плодовые и в оптимальных условиях выращивания из каждого узла побега формируется одна плодовая веточка. В связи с этим зона плодоношения по различным сортам и гибридам различна. Наибольшую зону плодоношения с максимальным количеством плодовых веточек 21...24 шт. имели отборные и элитные формы 9-2; 8-29; 9-37; 8-26; 9-57; 9-88 при среднем количестве ягод в одном латерале 14...18 шт., и средней массе ягоды 3,5...5г. Данная группа отборных и элитных форм отличалась наибольшим биологическим потенциалом урожайности. По комплексу показателей продуктивности элитных форм выделены образцы, обладающие средней стабильной урожайностью и хорошими адаптивными свойствами. Наибольшее количество латералов на побеге выявлено у форм 8-12, 8-29, 9-63, 9-52, 9-71, 9-70, 9-37, 9-20 - в пределах 18-21 шт. на один побег. Средняя масса ягоды составила 3,2-4,6г. Наибольшее количество ягод с одного побега выявлено у элитных форм (420-320 шт.) 8-12; 9-20; 9-37; 9-58; 9-21; 9-35; 9-70; 9-60; 9-63; 8-29. Максимальная масса ягод с одного побега выявлена у форм 9-20; 9-37; 9-71; 9-70; 8-12; 9-24 (1,28-1,48 кг/побег).

Ключевые слова: малина красная, полевая оценка, урожайность, компоненты урожайности, продуктивность.

LARGE AND MEGAPLANET PROMISING GENOTYPES OF RED RASPBERRY AS THE FOUNDATION OF HIGH PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF CENTRAL RUSSIA

Summary. The article presents the results of research and analysis of the main components of the yield of various elite and selected forms of raspberries in the field in Central Russia. The place of the observation was the breeding site of the laboratory of selection and variety study of berry crops. The laying of the plantings was in spring of 2013. The planting scheme was 4,0 x 0,5 m. The research was conducted in 2016-2019 in the field conditions at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. Selected and elite forms of raspberries of various genetic origin were studied. The purpose of the research was to study the components of productivity of elite and selected forms of raspberries in the conditions of the Orel region and to identify new genetic sources of productivity and large-fruited crops that have a high level of ecological adaptability of plants to biotic and abiotic environmental factors. One of the main biological characteristics of raspberry cultivars and hybrids is the number of reproductive formations (fruit branches, berries in one lateral, the size of the average berry), these factors in general potentially affect the productivity and ultimately the yield of plants. It is found that in raspberries mostly all buds are fruiting and under optimal growing conditions, one fruit branch is formed from each node of the shoot. In this regard, the fruiting zone of raspberries is different for various cultivars and hybrids. Selected and elite forms: 9-2; 8-29; 9-37; 8-26; 9-57; 9-88, with an average number of berries in one lateral 14 ... 18 PCs, and an average berry weight of 3.5...5 g have the largest fruiting zone with the maximum number of fruit branches 21 ... 24 PCs. It should be said that this group of selected and elite forms of raspberries has the greatest biological potential of the crop. According to the set of indicators of productivity of elite forms of raspberries, the genotypes with average, stable yield and good adaptive properties of plants were identified. The greatest number of laterals on the shoot was found in the following forms: 8-12, 8-29, 9-63, 9-52, 9-71, 9-70, 9-37, 9-20, in the range of 18-21 PCs per shoot, with an average berry weight of these plants in the range of 3.2-4.6 g. Elite forms 9-60, 9-18, 9-37, 9-24, 9-71, 9-70, 9-37 had the maximum weight of the average berry, the weight of a berry was in the range of 3.9-4.7 g. The largest number of berries, of 420-320 PCs per shoot, was found in elite forms 8-12; 9-20; 9-37; 9-58; 9-21; 9-35; 9-70; 9-60; 9-63; 8-29. The largest weight of berries from one shoot was in the forms: 9-20; 9-37; 9-71; 9-70; 8-12; 9-24, within 1.28-1.48 kg per shoot.

Keywords: red raspberry, field assessment, level of yield, components of yield, productivity.

Введение. Основой любого создаваемого сорта является его адаптация к окружающим условиям произрастания. Только на этом генетическом фундаменте можно создавать нужный генотип с высоким уровнем основных хозяйственно-ценных признаков [1, 2, 3, 4]. Выявлено, что на долю потерь хозяйственного урожая плодово-ягодных культур от негативного действия природно-климатических факторов приходится от 50 до 90% [5]. Одним из резервов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является предотвращение потерь путем повышения собственной устойчивости растительного организма [6,7].

Анализ литературных источников, освещающих селекционные программы по малине, показал, что основным направлением работы на начальных этапах являлось создание средне- и позднезрелых сортов, полностью завершающих плодоношение ко второй-третьей декаде августа [8,9,10,11,12,13,14]. Большая работа по созданию высокопродуктивных сортов малины, адаптированных к местным условиям произрастания, проводится в Национальном университете биоресурсов и природопользования Украины под руководством П.З. Шеренгового. Здесь получены сорта последней селекции Осинья, Сяйво, Космична и Княгиня, которые в условиях лесостепи Украины формируют от 80 до 100% зрелых плодов [15].

Крупноплодность и многоплодность растений являются одними из основных доминирующих признаков высокопродуктивных сортов многих плодовых и ягодных культур, по которым в настоящее время активно проводится селекционная работа. Однако эти показатели у современных районированных сортов ещё не достигают биологически возможного уровня. Так, большинство возделываемых сортов малины России имеют урожайность в пределах 8,0...10 т/га (обычно 3-6 т/га) при средней массе ягоды 2-3,5г, а лучшие - до 12-15 т/га при максимальной массе ягод 4-5г. В научных учреждениях нашей страны имеются отдельные формы и сорта малины (элиты, отборы) с массой ягоды 4г и максимальной урожайностью до 15 т/га [16,17,18].

В течение последних 20-30 лету потребителей ягодной продукции сложилось неправильное представление, что крупные ягоды многих районированных сортов малины имеют очень посредственный вкус, в то же время мелкие ягоды лесной малины отличаются хорошим десертным вкусом и ароматом [17,19].

На сегодняшний момент селекционерами получены гибриды и сорта малины, образующие по 60 и более бутонов или цветков на одном латерале вместо 14-25. Очень длинные латералы у отдельных сортов приводят к образованию небольшого числа ягод на одном латерале, и наоборот. Видимо, существует некоторая конкуренция между развитием вегетативных и репродуктивных органов на одном и том же латерале. И все же, только 60-65% цветков обычно формируют ягоды [17]. На хорошо развитых растениях малины, при возделывании современных, крупноплодных сортов, как правило, получают по 10-20 ягод на одном латерале. Так как у районированных сортов средняя масса ягод составляет 2-3г, то потенциальная урожайность их может достигать 16-24 т/га [17].

Почти все районированные в России сорта малины являются либо интродуцированными из Канады, США, Западной Европы, либо, в большей степени, производными от этих сортов, полученными в различных климатических зонах РФ.

Цель исследований – изучить компоненты продуктивности элитных и отборных форм малины в условиях Орловской области и выделить новые генетические источники продуктивности и крупноплодности культуры.

Задачи исследований:

1. Провести анализ элитных и отборных форм малины по структурным компонентам продуктивности.
2. Из генетической коллекции ФГБНУ ВНИИСПК выделить высокопродуктивные новые крупноплодные гибридные формы малины красной для дальнейшего продвижения в производство и закладки высокоурожайных насаждений.

Материалы и методика. Исследования проводились в 2016-2019 годах в полевых условиях селекционного участка Всероссийского НИИ селекции плодовых культур.

Объекты исследований – отборные и элитные формы малины красной различного генетического происхождения. Плантация заложена весной 2013 года. Схема расположения растений 4 x 0,5м.

Агротехнический уход общепринятый для промышленных плантаций малины красной в условиях ЦЧР. Исследования проведены в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [12].

Для выяснения возможности успешного возделывания различных сортов малины красной в климатических условиях Орловской области были проанализированы данные метеопоста ВНИИСПК.

Средняя температура января 2017 года была в пределах $-6,3^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 45 мм, в феврале 2017 года средняя температура месяца была в пределах -5°C при сумме осадков 31 мм.

В январе 2018 года средняя температура месяца была в пределах $-4,7^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 36 мм. В феврале средняя температура находилась в пределах $-8,2^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 43 мм. Наиболее засушливый период наблюдался в июне 2018 года при сумме осадков в пределах 16 мм и средней температуре месяца 18°C и в августе – сумма осадков составила 16 мм, средняя температура- $19,8^{\circ}\text{C}$.

Самая низкая температура января 2019 года составила $-22,2^{\circ}\text{C}$ при среднемесячной норме осадков 46 мм. Среднемесячная температура февраля составила $-6,7^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 34 мм, минимальная температура воздуха $-14,6^{\circ}\text{C}$ отмечена 23 февраля. В апреле фактическая температура месяца находилась на уровне $8,7^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 23мм. Среднемесячная температура мая составила $16,2^{\circ}\text{C}$ при сумме осадков 106 мм, эта сумма составляет 252% от нормы.

Результаты исследований. Одним из важных биологических признаков сорта или гибрида малины является число репродуктивных образований (плодовых веточек, ягод в одном латерале, величина средней ягоды). Эти факторы в целом потенциально влияют на продуктивность и, в конечном счете, на урожайность растений. Известно, что у малины в большей степени все почки плодовые и в оптимальных условиях выращивания из каждого узла побега формируется одна плодовая веточка. В связи с этим зона плодоношения у малины по различным сортам и гибридам существенно различается.

Наибольшую зону плодоношения с максимальным количеством латералов 20...21 шт. имеют отборные и элитные формы 9-2; 8-29; 9-37; 9-58; 9-63 и 8-12 при среднем количестве ягод на одной плодовой веточке 16...20 шт., и при среднем весе ягоды 3,2...4г (рис. 1-3). Данная группа отборных и элитных форм малины обладает наибольшим биологическим потенциалом урожая.



Рис.1 – Количество латералов у элитных форм малины (НСР₀₅ - 3,7)

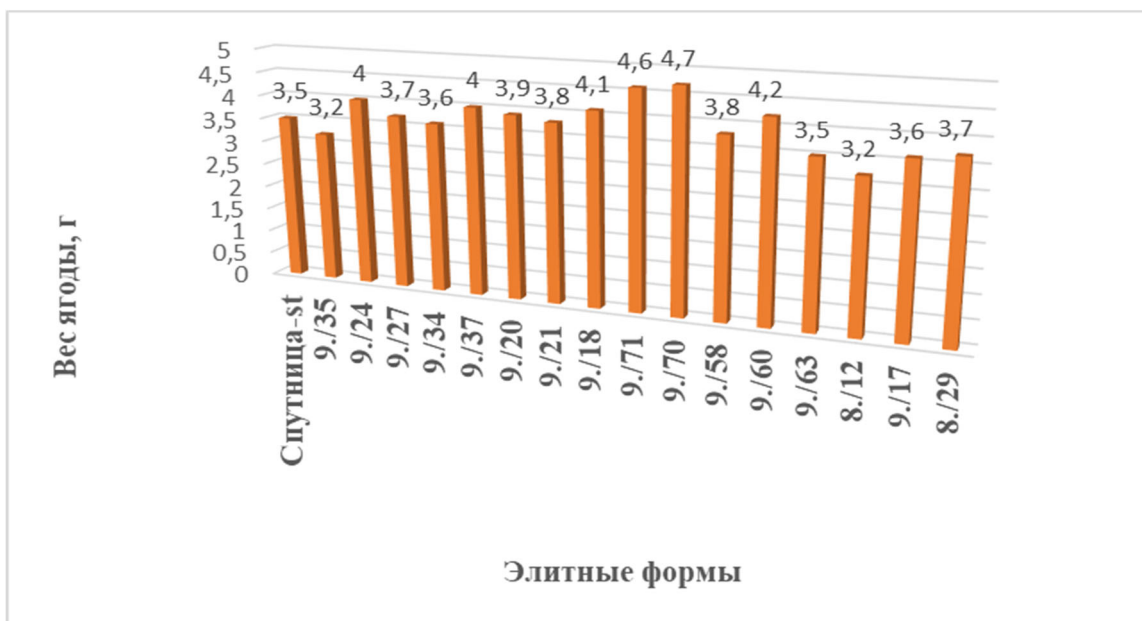


Рис. 2 - Вес средней ягоды элитных форм малины

По комплексу показателей продуктивности элитных форм малины выделены образцы, обладающие средней и стабильной урожайностью и хорошими адаптивными свойствами. Максимальное количество латералов на побеге выявлено у форм 8-12, 8-29, 9-63, 9-52, 9-71, 9-70, 9-37, 9-20 - в пределах 18-21 шт. на один побег при среднем весе ягоды у этих растений в пределах 3,2-4,6 г. Максимальным весом средней ягоды отличаются элитные формы 9-60, 9-18, 9-37, 9-24, 9-71, 9-70 (4,0-4,7г) (рис. 2).

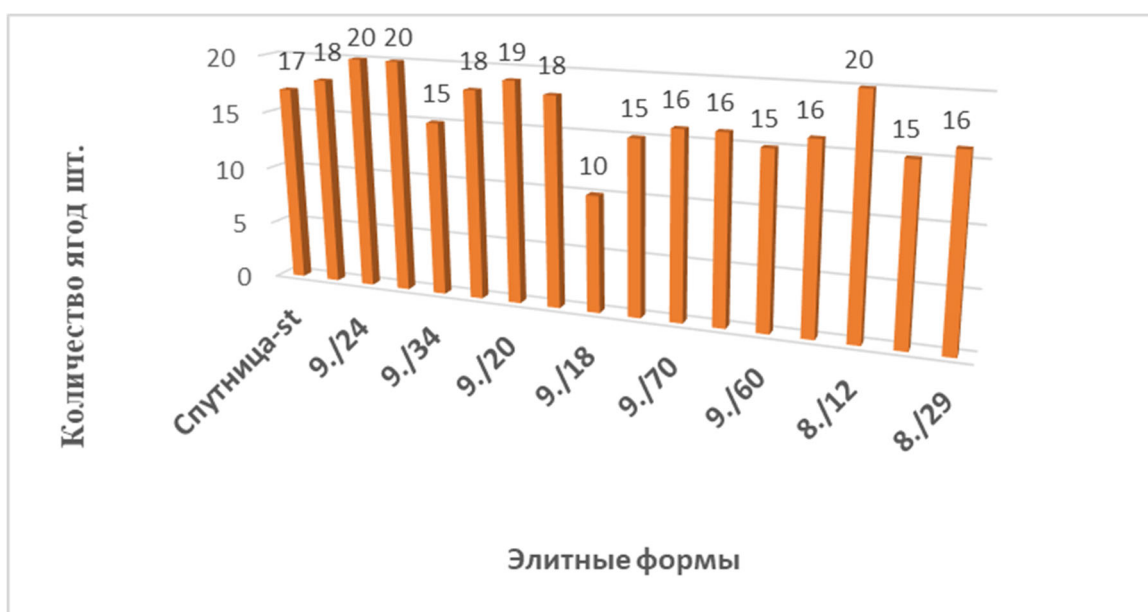


Рис. 3 – Количество ягод в одном латерале у элитных форм малины (НСР₀₅ 3,1).

Наибольшее количество ягод с одного побега выявлено у элитных форм 8-12; 9-20; 9-37; 9-58; 9-21; 9-35; 9-24; 9-63; 8-29 - 420-320 шт. Средний вес ягод с одного побега составил 1,04-1,48 кг.

Среднее количество ягод на побеге малины отмечено у элитных форм 9-70; 9-27; 9-34; 9-60; 9-17 - 288-255 шт. на один побег при среднем весе ягод с побега в пределах 0,92-1,35 кг (рис. 4, 5).

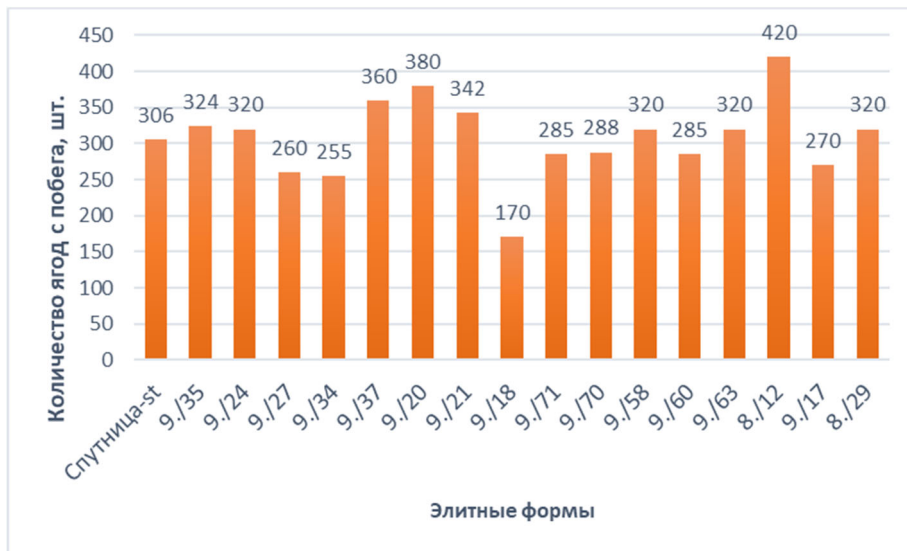


Рис. 4 – Количество ягод с побега малины (шт.)



Рис. 5 – Средний вес ягод с одного побега (кг)

Наибольшее усилие раздавливания выявлено у элитных форм 8-29, 8-27, 9-58, 9-63 и 8-12 - в пределах 988-750г (рис. 6). Выделенные элитные формы обладают хорошей плотностью ягод и крупноплодностью. Данный показатель приемлем для транспортировки плодов на некоторое расстояние до потребителя.

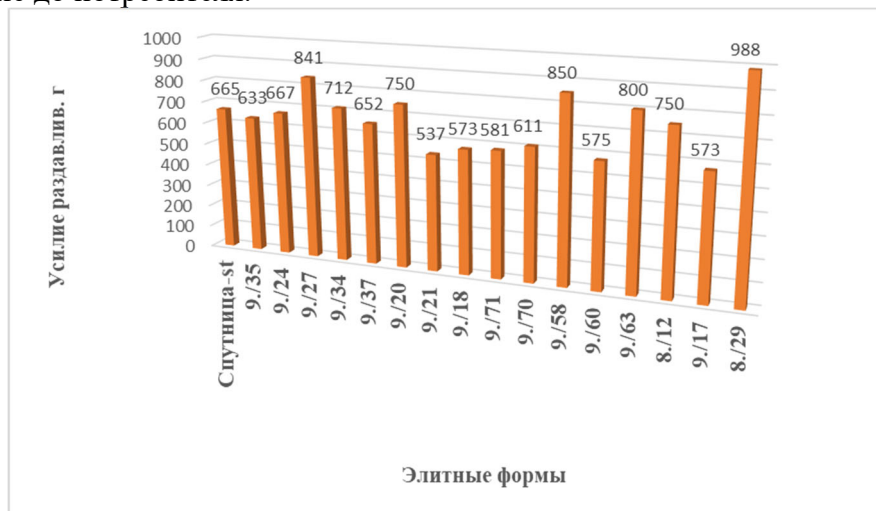


Рис. 6 – Усилие раздавливания плодов элитных форм малины.

Выводы. Наибольшую зону плодоношения с максимальным количеством латералов 18...21 шт. имеют отборные и элитные формы малины 8-12, 8-29, 9-63, 9-52, 9-71, 9-70, 9-37, 9-20 при среднем весе ягоды в пределах 3,2-4,6 г. Эти перспективные генотипы характеризуются наибольшим биологическим потенциалом урожайности. Максимальным весом средней ягоды отличаются элитные формы 9-60, 9-18, 9-37, 9-24, 9-71, 9-70 (4,0-4,7г). Наибольшее количество ягод с одного побега выявлено у элитных форм 8-12; 9-20; 9-37; 9-58; 9-21; 9-35; 9-24; 9-63; 8-29 - 420-320 шт.

Выделенные генотипы являются потенциальными донорами высокой продуктивности малины красной в условиях Центральной России.

Библиография

1. Трунов Ю.В., Жидехина Т.В., Ковешникова Е.Ю., Козлова И.И. Достижения ВНИИС им. И.В. Мичурина в области совершенствования сортимента и технологий возделывания ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России. М., 2009. Т. XXII. Ч.2. С. 317-325.
2. Легкая Л.В., Дмитриева А.М. Оценка адаптивного потенциала гибридного материала малины в условиях Беларуси // Плодоводство и ягодоводство России. М., 2012. Т. XXXI. Ч. 1. С. 322-327.
3. Голяева О.Д., Князев С.Д., Курашев О.В. Достижения и перспективы селекции и сортоизучения ягодных культур во ВНИИСПК // Садоводство и виноградарство. 2015. №3. С. 23-29.
4. Евдокименко С.Н. Оценка и создание исходного материала малины ремонтантного типа для приоритетных направлений селекции // Селекция и сорторазведение садовых культур: сб. науч. раб. Т. 2. Конкурентоспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства: матер. межд. науч.-прак. конф., посвящ. 170-летию ВНИИСПК (2-5 июня 2015 г., Орел). Орел: ВНИИСПК, 2015. С. 62-65.
5. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В., Кузнецов А.В. Обоснование рационального типа распылителя для внесения гербицидов в ряды малины // Вестник ФГБОУ ВПО БГСХА. 2011. № 6. С. 68-74.
6. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. 439 с.
7. Гудковский В.А., Каширская Н.Я., Цуканова Е.М.. Стресс плодовых растений. Воронеж: Кварта, 2005. С. 11-26.
8. Казаков И.В., Евдокименко С.Н. Малина ремонтантная. ГНУ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Россельхозакадемии. М., 2007. 288 с.
9. Ourecky D.K. Fall-bearind red raspberries their future and potential. // Acta Hort. 1976. V. 6. P. 135-144.
10. Ourecky D.K. The small fruit breeding program in New York State // Fruit Varieties Journal. 1978. V. 32. P. 50-57.
11. Keep E., Knight V.H., Parker J.H. Malling Joy raspberry // Rep. of E. Mall. Res. St. For 1980. 1981. P. 163-164.
12. Finn C., Knight V.H. What,s going on in the world of the Rubus breeding? // VII International Rubus and Ribes Symposium. Acta Horticulturae. 2002. № 585.
13. Hall H., Hummer K. E. Plant breeding reviews // Raspberry breeding and genetics. New Jersey. Wiley Blackwell. 2009. P. 382.
14. Андрусык Ю.Ю., Шеренговой П.З., Кондратенко Т.Е. Новые ремонтантные сорта малины селекции национального университета биоресурсов и природопользования Украины // Плодоводство и ягодоводство России. М., 2009. Т. XXII. Ч.1. С. 194-199.
15. Казаков И.В., Рожнов Н.И., Евдокименко С.Н. Совершенствование исходных форм малины ремонтантного типа // Генетика и наследование важнейших хозяйственных признаков плодовых растений: Сб. докл. ВНИИГСиСПР – Мичуринск, 1994. С.64-69.
16. Кичина В.В. Принципы улучшения садовых растений. М.: ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, 2011. 528 с.
17. Ерёмин Г.В., Гасанова Т.А. Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 80-85.
18. Казаков, И.В., Грюнер Л.А., Кичина В.В. Малина, ежевика и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999. С. 374-395.
19. Ротачев С.А. Оценка новых сортов и элитных форм ремонтантной малины по компонентам продуктивности // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Брянск. Изд-во Брянской ГСХА. 2008. С. 193-195.

References

1. Trunov Yu.V., Zhidekhina TV, Koveshnikova E.Yu., Kozlova I.I. Achievements of VNIIS them. I.V. Michurina in the field of improving the assortment and technologies for growing berry crops // Fruit and berry growing in Russia. М., 2009.Т. XXII. Part 2. p. 317-325.

2. Light L. V., Dmitrieva A. M. Assessment of the adaptive potential of the hybrid raspberry material in the conditions of Belarus // *Fruit and berry production in Russia*. M., 2012. T. XXXI. Part 1. p. 322-327.
3. Golyaeva O.D., Knyazev S.D., Kurashev O.V. Achievements and prospects of selection and variety study of berry crops in VNIISPK // *Gardening and viticulture*. 2015. No. 3. p. 23-29.
4. Evdokimenko S.N. Assessment and creation of the source material of remontant type raspberries for priority areas of selection // *Selection and cultivar cultivation of garden crops: collection of articles. scientific. slave. T. 2. Competitive varieties and technologies for highly efficient gardening: mater. int. scientific-practical conf., dedicated. 170th anniversary of VNIISPK (June 2-5, 2015, Orel)*. Orel: VNIISPK, 2015. p. 62-65.
5. Kuznetsov V.V., Kuznetsov E.V., Kuznetsov A.V. Justification of the rational type of sprayer for introducing herbicides into the rows of raspberries // *Bulletin of the FSBEI HPE BSAA*. 2011. No. 6. P. 68-74.
6. Zhuchenko A.A. Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis). Moscow: RUDN Publishing House, 2001. T. 1. 439 p.
7. Gudkovsky VA, Kashirskaya N.Ya., Tsukanova EM .. Stress of fruit plants. Voronezh: Kvarta, 2005. p. 11-26.
8. Kazakov I.V., Evdokimenko S.N. Raspberry remontant. State Scientific Institution All-Russian Institute of Selection and Technology of Horticulture and Nursery of the Russian Agricultural Academy. M., 2007. 288 p.
9. Ourecky D.K. Fall-bearind red raspberries their future and potential. // *Acta Hort*. 1976. V. 6. P. 135-144.
10. Ourecky D.K. The small fruit breeding program in New York State // *Fruit Varieties Journal*. 1978. V. 32. P. 50-57.
11. Keep E., Knight V.H., Parker J.H. Malling Joy raspberry // *Rep. of E. Mall. Res. St. For* 1980. 1981. P. 163-164.
12. Finn C., Knight V.H. What, s going on in the world of the Rubus breeding? // VII International Rubus and Ribes Symposium. *Acta Horticulturae*. 2002. No. 585.
13. Hall H., Hummer K. E. Plant breeding reviews // *Raspberry breeding and genetics*. New Jersey. Wiley Blackwell. 2009. P. 382.
14. Andrusyk Yu.Yu., Sherengovoy P.Z., Kondratenko T.E. New remontant varieties of raspberries of the selection of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine // *Fruit and berry growing in Russia*. M., 2009. T. XXII. Part 1. p. 194-199.
15. Kazakov I.V., Rozhnov N.I., Evdokimenko S.N. Improvement of the original forms of remontant type raspberries // *Genetics and inheritance of the most important economic traits of fruit plants: Sat. report VNIIGSiSPR - Michurinsk*, 1994. P.64-69.
16. Kichina V.V. The principles of improving garden plants. Moscow: GNU VSTISP Rosselkhozakademii, 2011. 528 p.
17. Eremin G.V., Gasanova T.A. Study of heat resistance and drought resistance of varieties // *Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops / Ed. E.N. Sedova, T.P. Ogoltsova*. Orel: VNIISPK, 1999. p. 80-85.
18. Kazakov, I.V., Gruner L.A., Kichina V.V. Raspberries, blackberries and their hybrids // *Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops / ed. E.N. Sedova, T.P. Ogoltsova*. Eagle: VNIISPK. 1999. p. 374-395.
19. Rotachev S.A. Assessment of new varieties and elite forms of remontant raspberries by components of productivity // *Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex*. Bryansk. Publishing house of the Bryansk State Agricultural Academy. 2008. p. 193-195.

Сведения об авторах

Богомолова Наталья Ильинична, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, Орловская область, Россия. bogomolova@vniispk.ru, 89102665482

Резвякова Светлана Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой защиты растений, доцент ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, ул. Генерала Родина, д. 69. iana8545@yandex.ru

Лупин Максим Владимирович, аспирант, младший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, Орловская область, Россия.

Information about author

Bogomolova N.I., candidate of Agricultural Sciences, senior researcher. Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel region, Russia. E-mail: bogomolova@vniispk.ru,

Rezvyakova S. V., doctor of agricultural Sciences, head of the Department of plant protection, associate Professor of the Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, 69 Generala Rodina str. iana8545@yandex.ru

Lupin M.V., postgraduate student, junior researcher. Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel region, Russia.

Л.В. Волощенко, С.С. Волощенко, И.А. Байдина

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В век развития техники и технологий возделывание ягодных культур является весьма перспективным направлением не только в Белгородской области, но и во всей нашей стране в целом, так как это является одним из основных источников обеспечения населения растениеводческой продукцией местного производства, богатой всевозможными витаминами и минеральными веществами.

Одной из таких перспективных ягодных культур является смородина красная, или смородина обыкновенная, или смородина садовая (от лат. *Ribes rubrum*).

Главной целью селекции красной смородины, как и у других ягодных культур, является получение отдельных выдающихся гибридов, отличающихся по элементам продуктивности.

Исходя из этого, были выделены перспективные гибриды из гибридных семей и проведены исследования по изучению наиболее хозяйственно-ценных признаков продуктивности смородины красной. Изучены компоненты продуктивности гибридов смородины красной различного генетического происхождения в условиях Белгородской области.

В результате сравнительной оценки изучения десяти перспективных гибридов смородины красной по основным элементам продуктивности (длина кисти, число цветков и ягод в кисти, средняя и максимальная масса ягоды, оценка качества ягод) по комплексу хозяйственно-ценных признаков превосходили контроль следующие гибриды: Восторг, Гранатовый браслет, Стройная краса и Ожерелье.

Полученные результаты проведенных исследований показывают возможность использования перспективных гибридов смородины красной в качестве селекционных источников по следующему ряду признаков: длина кисти (Восторг и Гранатовый браслет); средняя масса ягоды (Ведерная, Гранатовый браслет, Королева осени); число ягод в кисти (Гранатовый браслет); прочность ягод (Ожерелье и Стройная краса); общая оценка качества плодов (Ожерелье, Восторг и Гранатовый браслет); содержание растворимых сухих веществ (Гранатовый браслет и Ожерелье); витамин С (Эволюция); антоцианы (Ожерелье, Услада и Гранатовый браслет).

Ключевые слова: селекционная оценка, смородина красная, хозяйственно-ценные признаки, компоненты продуктивности.

BREEDING EVALUATION OF PROSPECTIVE RED CURRANT HYBRIDS UNDER CONDITIONS OF BELGOROD REGION

Abstract. In the age of development of technology and technology, the cultivation of berry crops is a very promising direction not only in the Belgorod region, but throughout our country as a whole, since it is one of the main sources of providing the population with local crop products, rich in all kinds of vitamins and minerals. substances.

One of these promising berry crops is red currant, or common currant, or garden currant (from Lat. *Ribes rubrum*).

The main goal of breeding red currants, like other berry crops, is to obtain individual outstanding hybrids that differ in terms of productivity.

Proceeding from this, promising hybrids from hybrid families were identified and studies were carried out to study the most economically valuable characteristics of the productivity of red currant. The components of the productivity of red currant hybrids of various genetic origin in the Belgorod region have been studied.

As a result of a comparative assessment of the study of ten promising red currant hybrids in terms of the main elements of productivity (brush length, number of flowers and berries in a cluster, average and maximum berry weight, assessment of berry quality), the following hybrids were superior to the control in terms of a set of economically valuable traits: Delight, Garnet Bracelet, Slim Beauty and Necklace.

The obtained results of the conducted studies show the possibility of using promising red currant hybrids as breeding sources for the following series of characteristics: brush length (Delight and Pomegranate bracelet); average berry mass (Budernaya, Pomegranate bracelet, Autumn Queen); the number of berries in the brush (Garnet bracelet); the strength of berries (Necklace and Slender Beauty); general assessment of the quality of the fruit (Necklace, Delight and Pomegranate bracelet); soluble solids content (Pomegranate bracelet and Necklace); vitamin C (Evolution); anthocyanins (Necklace, Delight and Garnet bracelet).

Keywords: selection assessment, red currant, economically valuable traits, components of productivity.

Введение. В век развития техники и технологий возделывание ягодных культур является весьма перспективным направлением не только в Белгородской области, но и во всей нашей стране в целом, так как это является одним из основных источников обеспечения населения растениеводческой продукцией местного производства, богатой всевозможными вита-

минами и минеральными веществами [3]. К несомненным достоинствам ягодных культур является их высокий адаптивный потенциал, высокая урожайность и скороспелость. Помимо этих показателей сюда можно отнести не сложную технологичность возделывания и уборки урожая, простоту и достаточно высокий потенциал размножения. С пищевой точки зрения ягодные культуры являются наиценнейшим источником биологически активных веществ, содержащихся не только в самих ягодах, но и в листьях и других частях растений [1].

Физиологическая норма потребления всевозможных ягод на человека в год составляет около 30 кг. На самом же деле ситуация с их потреблением оставляет желать лучшего и составляет в разы меньше – где-то около 5-6 кг на человека.

Одной из таких перспективных ягодных культур является смородина красная, или смородина обыкновенная либо смородина садовая (от латинского слова *Ribes rubrum*) - представляет собой мелкий, листопадный, многолетний кустарник. Относится она к семейству крыжовниковых (*Grossulariaceae*). Помимо этого, смородина красная является одной из наиболее зимостойких ягодных культур, любит свет и умеренный полив, т.е. является засухоустойчивой, что является важным показателем продуктивности.

Ягоды красной смородины содержат значительные количества органических кислот и сахаров, сочетание которых обуславливает приятный и освежающий вкус ягодам.

Красная смородина богата витаминами А, С, Е, содержит в своем составе такие микроэлементы как железо, селен и калий, янтарную и яблочную кислоту, пектиновые и азотистые вещества. В ягодах этих растений обнаружено достаточное количество β -каротина, а именно 0,2-0,5 мг/100 г. Помимо этого ягоды красной смородины содержат большое количество антиоксидантных веществ, которые как известно способны противостоять раковым клеткам. Курмариновые вещества, входящие в состав красной смородины, понижают свертываемость крови и способствуют предупреждению инфарктов и инсультов, а пектиновые, связывая холестерин, профилактике атеросклероза.

Витаминные и целебные свойства ягод красной смородины сохраняются также и в продуктах их переработки [4].

Материалы и методы. Красная смородина - ягодная культура, сочетающая в себе ряд ценных хозяйственно-биологических признаков.

Успешность проводимой интродукции растений, в каких-либо конкретно условиях, во многом определяется характером взаимодействия наследственно закрепленных, биологических особенностей растений с конкретными условиями среды. Большой генетический потенциал адаптивности смородины красной к различным почвенно-климатическим условиям позволяет ее возделывать практически во всех регионах России [5]. Несмотря на это культура красной смородины пока не получила заслуженного места среди других ягодных культур как в России, так и в Белгородской области. При этом сдерживающим фактором распространения этой культуры в регионе является ограниченность районированных сортов, а также трудности в организационной деятельности и трудности технологического характера.

Для успешной реализации потенциала продуктивности ягодных культур необходимо соблюсти ряд требований. Сюда можно отнести тщательный выбор участков с учетом требования культуры к почвенно-климатическим условиям, разработку и освоение биогенных севооборотов, позволяющих повышать почвенное плодородие. Также, помимо этого, требуется разработка сортовых индустриальных технологий с минимальным применением ручного труда, с использованием современных систем капельного орошения и разработка интегрированных систем защиты растений, позволяющих обеспечивать экологическую безопасность окружающей среды и получаемой продукции [3].

Реализация потенциальной продуктивности при воздействии факторов внешней среды является значимой задачей по выявлению адаптивных свойств сортов, наиболее приспособленных в условиях интродукции [10].

Для повышения эффективности возделывания культуры необходимо комплексное изучение существующего сортимента и нового селекционного материала в конкретной агроэкологической зоне. Сорт составляет реальную основу роста и стабилизации производства и по-

вышения качества растениеводческой продукции. Он тесно связан с природно-климатическими условиями, с зональными технологиями, с техническими средствами, с уровнем ведения отрасли и определяет судьбу возделываемых и распространение новых видов [9].

В настоящее время интенсификация производства и развитие перерабатывающей промышленности предъявляют к сортам красной смородины повышенные требования. Сорт должен обладать комплексной устойчивостью к основным болезням и вредителям, быть высокоадаптивным к условиям произрастания, зимостойким, скороплодным, самоплодным, урожайным пригодным к механизированному возделыванию и уборке, давать продукцию высокого товарного качества с повышенным содержанием питательных и биологически активных веществ [2].

Главной целью селекции красной смородины, как и у других ягодных культур, является получение отдельных выдающихся гибридов [6].

Результаты и обсуждение. В связи с этим проводилось селекционное изучение гибридных семей. В основу селекционных исследований были взяты межсортные скрещивания различного генетического происхождения и межвидовые скрещивания с использованием образцов смородины красной. Гибридная семья представляет селекционную ценность по выходу крупноплодных и длиннокистных семян, для улучшения вкуса необходима повторная гибридизация лучших семян с источниками высоких вкусовых качеств ягод. Были проведены исследования по селекционной оценке гибридных семей смородины красной в период сезона 2019-2020 года (табл.1).

Таблица 1 - Селекционная оценка семей гибридов смородины красной (2019-2020 гг.)

Название семьи гибридов	Число сеянцев шт.	Статистические показатели	Длина кисти, см	Число цветочных в кисти, шт.	Количество ягод в кисти шт.	Средняя масса ягоды г	Поражение болезнями, балл	
							септориозом	антракнозом
«Красный крест х Алтайская красная»	30	<u>M</u>	<u>5,7</u>	<u>12,7</u>	<u>6,9</u>	<u>0,64</u>	<u>1,7</u>	<u>1,5</u>
		min-max	2,4 – 9,5	6,9 – 18	2,1 – 13	0,2 – 1,5	1,1 – 3,1	1 – 2,1
		V,%	22,0	21,0	35,8	19,1	25,1	30,0
«Красный крест х Красная Агролесса»	33	<u>M</u>	<u>4,7</u>	<u>10,4</u>	<u>4,1</u>	<u>0,73</u>	<u>2,45</u>	<u>2,57</u>
		min-max	3,0 – 7,1	7,0 – 11,0	3,0 – 6,2	0,5 – 1,5	1,0 – 3,5	1,0 – 4,1
		V,%	22,6	17,1	35,3	16,7	29,6	34,7
«Красный крест х Перфекшен»	65	<u>M</u>	<u>4,6</u>	<u>10,7</u>	<u>4,7</u>	<u>0,51</u>	<u>2,35</u>	<u>2,5</u>
		min-max	2,5 – 7,0	6,0 – 15,0	2,0 – 10,1	0,3 – 1,0	1,0 – 4,1	1,1 – 4,1
		V,%	22,4	22,1	33,1	28,7	32,4	28,4
«Робсон х Красная Андрейченко»	30	<u>M</u>	<u>4,7</u>	<u>10,8</u>	<u>5,1</u>	<u>0,59</u>	<u>2,2</u>	<u>2,4</u>
		min-max	3,1 – 6,5	6,0 – 16,0	2,1 – 14,1	0,3 – 0,7	0,1 – 5,2	1,0 – 4,0
		V,%	25,3	27,5	41,2	25,3	50,1	43,4
«Красная Андрейченко х Робсон Спикатум»	31	<u>M</u>	<u>4,3</u>	<u>9,0</u>	<u>4,2</u>	<u>0,62</u>	<u>2,3</u>	<u>2,4</u>
		min-max	2,0 – 6,5	4,0 – 16,0	2,2 – 10,0	0,1 – 1,2	1,0 – 4,0	1,0 – 4,0
		V,%	28,1	31,0	42,7	0,19	24,0	32,1
«Красная Андрейченко х (Уалдер + Красная Агролесса)»	30	<u>M</u>	<u>4,9</u>	<u>10,2</u>	<u>4,3</u>	<u>0,68</u>	<u>2,1</u>	<u>2,0</u>
		min-max	2,5 – 7,1	4,2 – 14,8	2,0 – 12,0	0,5 – 1,2	1,1 – 3,0	1,1 – 3,0
		V,%	23,0	25,4	43,1	21,4	26,0	39,1
«Красная Андрейченко х Алтайская Рубиновая»	37	<u>M</u>	<u>4,4</u>	<u>10,6</u>	<u>5,1</u>	<u>0,67</u>	<u>1,75</u>	<u>2,1</u>
		min-max	3,0 – 6,1	6,5 – 14,0	3,0 – 9,0	0,5 – 1,0	1,0 – 3,0	1,0 – 3,0
		V,%	16,2	20,1	30,0	24,4	43,0	37,2
«Красная Андрейченко х Смена»	16	<u>M</u>	<u>5,9</u>	<u>14,0</u>	<u>6,5</u>	<u>0,64</u>	<u>2,2</u>	<u>1,4</u>
		min-max	3,1 – 8,8	4 – 18	3 – 12	0,4 – 1,1	1 – 4	1 – 2
		V,%	23,1	24,0	32,2	23,1	24,2	31,0
«Смена х Красная Андрейченко»	19	<u>M</u>	<u>6,4</u>	<u>12,5</u>	<u>7,2</u>	<u>0,62</u>	<u>1,8</u>	<u>1,8</u>
		min-max	4,6 – 9,0	8,0 – 18,1	4,0 – 11,0	0,4 – 1,1	1,0 – 4,0	1,0 – 3,0
		V,%	15,4	19,3	29,2	23,2	24,0	31,1

В ходе проведения оценки гибридных семей смородины красной были выделены наилучшие, по значениям показатели основных элементов продуктивности.

По наибольшей длине кисти - 5,9 см и 6,4 см – «Смена х Красная Андрейченко» и «Красная Андрейченко х Смена» соответственно. Самая маленькая длина кисти оказалась у семьи гибридов «Красная Андрейченко х Робсон Спикатум» и она составила 4,9 см.

По показателю продуктивности число цветоносов на кисти - самый высокий показатель у гибридной семьи «Красная Андрейченко х Смена» – 14,0 штук, а самый низкий, так же, как и в предыдущем показателе, у «Красная Андрейченко х Робсон Спикатум» - 9,0 штук.

По максимальному количеству ягод в кисти наилучшие результаты показали следующие семьи гибридов: «Смена х Красная Андрейченко» - 7,2 штук, «Красная Андрейченко х Смена» - 6,5 штук и «Красный Крест х Алтайская Красная» – 6,9 штук. Меньше всего ягод оказалось у гибридной семьи «Красный крест х Красная Агролесса» - 4,1 штук. По такому показателю продуктивности как средняя масса ягод наилучшим образом себя проявили семьи – «Красный крест х Красная Агролесса», «Красная Андрейченко х (Уалдер + Красная Агролесса)» и «Красная Андрейченко х Алтайская Рубиновая». Их показатели составили - 0,73 г, 0,68 г и 0,67 г соответственно указанной семье. Наименьшая средняя масса ягод в результате исследования была у семьи «Красный крест х Перфекшен» - 0,51 г.

Помимо этого, в ходе исследований, были выявлены гибридные семьи смородины красной устойчивые к таким болезням как: антракноз - это «Красный крест х Алтайская красная» и «Красная Андрейченко х Смена» – 1,5 балла и 1,4 балла соответственно; септориоз - «Красный крест х Алтайская красная» и «Красная Андрейченко х Алтайская рубиновая» - средний балл оказался на уровне 1,69 балла и 1,75 балла соответственно. Менее устойчивыми к антракнозу оказались семьи гибридов «Красный крест х Красная Агролесса» и «Красный крест х Перфекшен», а к септориозу – те же семьи гибридов [9].

В итоге, исходя из вышеизложенного, в результате селекционной оценки по тем или иным показателям продуктивности можно выделить семьи гибридов «Смена х Красная Андрейченко», «Красная Андрейченко х Смена», а также «Красная Андрейченко х Алтайская Рубиновая» и «Красный Крест х Алтайская Красная».

Исходя из этого, были выделены перспективные гибриды из этих семей и дальнейшие исследования по изучению наиболее хозяйственно-ценных признаков продуктивности смородины красной проводили уже на них (табл. 2).

В качестве контроля использовали сорт Красная Андрейченко, как наиболее изученный и универсальный для выращивания в Белгородской области, с ценными признаками продуктивности.

Все представленные в литературных источниках сведения о слагаемых продуктивности красной смородины достаточно немногочисленны.

Среди всех слагаемых компонентов потенциальной продуктивности данной культуры в основном рассматриваются длина кисти, количество цветочных кистей на 1 метр погонный плодоносящей древесины, количество цветков на 1 метр погонный, количество цветков и ягод в кисти, процент завязавшихся ягод и их средняя и максимальная масса [7, 8]. Количество цветоносов в кисти является очень важным признаком продуктивности. Данный признак определяется генотипом сорта и почти ежегодно ограничивается неблагоприятными условиями вегетации и перезимовки.

Число ягод в кисти и масса ягод, а также их величина являются одними из определяющих элементов продуктивности сорта либо гибрида и важным показателем его товарных качеств. Длина кисти рассматривается как один из запасных элементов продуктивности растений смородины красной [10]. Усилия отрыва тоже можно считать важным признаком продуктивности с точки зрения сбора урожая. Также, как и усилие раздавливания ягод, что ценно при их транспортировке.

Таблица 2- Хозяйственно-ценные признаки перспективных гибридов смородины красной в 2019–2020 гг.

Название образца	Длина кисти, см	Количество цветков в кисти, шт.	Число ягод в кисти, шт.	Средняя масса ягоды, г	Мак масса ягоды, г	Усилие отрыва, г	Усилие раздавливания, г	Число семян в ягоде, шт.	Величина ягод, балл	Привлекательность ягод, балл	Общая оценка качества плодов, балл
Красная Андрейченко (к)	5,4±0,4	12,1±0,5	7,2±0,3	0,58	0,84	55,4±6,1	250,0±12,1	4,8±0,4	3,9	4,1	4,2
гибриды											
Антарктида	6,6±0,6	10,3±0,8	5,0±0,6	0,69	1,25	62,0±5,1	162,0±21	7,4±0,3	4,8	4,9	4,7
Ведерная	8,1±0,3	13,1±0,7	6,5±0,2	0,72	0,93	59,0±5,2	136,0±8,7	5,4±0,5	3,9	4,1	4,2
Восторг	8,7±0,2	11,5±0,3	9,8±0,4	0,65	1,14	128,0±3,8	210,0±11,4	7,0±0,6	5,0	5,0	5,0
Гранатовый браслет	9,2±0,4	14,4±0,5	12,6±0,5	0,74	1,58	101,0±10,4	282,0±12,8	5,8±0,2	4,9	5,0	5,0
Ожерелье	6,9±0,4	13,8±0,6	9,4±0,6	0,82	1,48	132,0±3,7	342,0±10,2	5,0±0,8	5,0	5,0	5,0
Королева осени	7,1±0,5	13,2±0,3	5,2±0,7	0,75	0,73	73,0±7,1	148,0±10,6	4,6±0,5	4,3	4,5	4,4
Стройная краса	6,9±0,3	13,2±0,6	7,4±0,3	0,61	1,66	108,0±5,9	304,0±14,4	8,2±0,6	4,3	4,6	4,5
Услада	7,2±0,3	10,8±0,6	8,2±0,6	0,67	1,17	112,0±3,7	252,0±29,5	5,4±0,7	4,3	4,5	4,4
Эволюция	7,4±0,2	14,1±0,4	6,8±0,8	0,44	0,71	97,0±4,9	234,0±10,6	2,8±0,5	4,9	4,9	4,9
Искра	6,2±0,2	15,4±0,5	5,1±0,7	0,51	0,82	96,0±5,1	200,0±5,6	3,6±0,5	4,3	4,8	4,6

Анализируя проведенные исследования, можно сказать, что по такому признаку как длина кисти в лидеры выбились гибриды Гранатовый браслет и Восторг – 9,2 см и 8,7 см соответственно. Наименьшая длина кисти среди всех гибридов у Искры – 6,2 см. При этом все исследуемые гибриды по данному показателю превысили контрольный образец.

По количеству цветков в кисти наивысший показатель у Искры – 15,4 штуки, у Гранатового браслета – 14,4 штуки и 14,1 штука у Эволюции, и они все превысили контроль. Меньше всего цветков в кисти у гибридов Антарктида и Услада – 10,3 штуки и 10,8 штук соответственно, и это значение даже меньше, чем у контрольного образца.

По числу ягод в кисти можно выделить Гранатовый браслет – 12,6 штук. Он значительно превышает как контрольный образец, так и все остальные гибриды. Меньше всего ягод в кисти наблюдалось у двух гибридов - Антарктида (5,0 штук) и Искра (5,1 штук).

По средней массе ягод в лидеры выбились Ведерная (0,72 г), Гранатовый браслет (0,74 г) и Королева осени (0,75 г). Самая маленькая средняя масса у Эволюции и Искры – 0,44 г и 0,51 г соответственно. И лишь они уступали контролю, остальные гибриды превышали его.

По максимальной массе ягод можно выделить Стройную красу и Гранатовый браслет - 1,66 г и 1,58 г соответственно, у Королевы осени и Эволюции этот показатель был меньше всего – 0,73 г и 0,71 г соответственно.

Больше всего усилий нужно приложить, чтобы оторвать гибриды Ожерелье и Восторг, а меньше всего нужно приложить усилий при срыве Антарктиды и Ведерной. При этом усилия отрыва всех гибридов больше, чем у контрольного.

Если говорить об усиллии раздавливания, здесь выделяются два гибрида – это Ожерелье (342 г) и Стройная краса (304 г), а меньше всего нужно приложить усилия, чтобы раздавить ягоду у Ведерной – 136,0 г. Данные контроля находились между этими показателями – 250,0 г.

Число семян у перспективных гибридов колебалось в среднем от 3 до 8 штук. Больше всего семян в ягодах Стройной красы и Антарктиды – 8,2 шт. и 7,4 шт., а меньше всего семян у Эволюции и Искры – 2,8 шт. и 3,6 шт. соответственно.

По балльной оценке величины ягод лидерами стали Ожерелье и Восторг – получив по 5,0 баллов. Наименьший балл – 3,9 был выявлен у перспективного гибрида Ведерная, впрочем, так же, как и у контрольного образца. Наиболее привлекательными показались три гибрида – Восторг, Гранатовый браслет и Ожерелье, получивший максимум баллов, а не совсем привлекательными оказался тот же гибрид Ведерная, как и контроль. Подводя итоги оценке качества плодов по балльной системе, было выделено три перспективных гибрида - Восторг,

Гранатовый браслет и Ожерелье, а как и было описано выше, Ведерная получила наименьшие баллы.

В результате сравнительной оценки изучения десяти перспективных гибридов смородины красной по основным элементам продуктивности (длина кисти, число цветков и ягод в кисти, средняя и максимальная масса ягоды, оценка качества ягод) по комплексу хозяйственно-ценных признаков превосходили контроль следующие гибриды: Восторг, Гранатовый браслет, Стройная краса и Ожерелье.

Проведен биохимический анализ ягод перспективных гибридов смородины красной (табл. 3).

Таблица 3- Биохимический состав перспективных гибридов красной смородины

Название образца	Растворимые сухие вещества, %	Кислотность, %	Сумма сахаров, %	СКИ	Витамин С, мг %	Пектин, %	Антоцианы, мг%
Красная Андрейченко (К)	9,3	1,7	7,9	4,7	33,9	1,3	127,2
гибриды							
Антарктида	11,4	2,2	8,1	3,6	25,1	0,4	115,4
Ведерная	11,1	3,9	7,5	1,9	43,1	0,5	112,2
Восторг	9,7	4,4	6,3	1,4	14,4	0,7	101,1
Гранатовый браслет	14,0	1,5	10,7	7,2	31,8	0,8	142,1
Ожерелье	14,4	4,2	8,3	1,9	11,1	0,9	140,3
Королева Осени	13,2	2,1	11,6	5,5	27,9	0,2	106,8
Стройная краса	11,5	1,4	7,6	5,4	22,1	0,7	111,0
Услада	13,2	1,3	10,3	7,7	20,3	0,3	139,0
Эволюция	10,4	2,0	5,5	2,7	66,5	0,6	98,7
Искра	8,9	2,2	5,4	2,4	53,1	0,7	102,4

Из данных таблицы видно, что повышенное содержание сухих растворимых веществ наблюдалось у Гранатового браслета (14,0%), Ожерелье (14,4%). Меньше всего сухих растворимых веществ у гибрида Искра - 8,9%. Самая высокая кислотность наблюдалась у Восторга – 4,4% и у Ожерелья – 4,2%. Самыми не кислыми оказались гибриды Услада – 1,3% и Стройная краса – 1,4%. По сумме сахаров выгоднее всех выглядели Королева осени, Гранатовый браслет и Услада – 11,6%, 10,7% и 10,3% соответственно. Меньше всего сахаров у Эволюции и Искры - 5,5% и 5,4% соответственно. Наивысший сахарокислотный индекс у Гранатового браслета (7,2) и Услады (7,7), а самый маленький у Восторга – 1,4 и Ведерной -1,9. По содержанию витамина С практически в два раза превышал этот показатель гибрид Эволюция, по сравнению со всеми образцами (66,7мг%). Меньше всего аскорбиновой кислоты в гибриде Ожерелье – 11,1 мг%. По содержанию пектина ни один из исследуемых гибридов не достиг значений пектина в контроле – 1,3%. Но приблизились к этому показателю Гранатовый браслет – 0,8% и Ожерелье – 0,9%. Меньше всего пектина содержалось в гибридах Королева осени (0,3%) и Услада (0,3%). Наивысшие показатели по антоцианам были у гибридов Ожерелье, Услада и Гранатовый браслет – 140,3 мг%, 139,0 мг% и 142,1 мг% соответственно. Меньше всего антоцианов выявлено у гибрида Эволюция.

В ходе проведения исследований по биохимическому составу перспективных гибридов смородины красной определено превышение следующих биохимических показателей гибридов по сравнению с контрольным образцом: содержание растворимых сухих веществ – у всех гибридов, кроме Искры; витамин С – Ведерная, Эволюция и Искра; сахарокислотный индекс – Гранатовый браслет, Королева осени, Стройная краса и Услада. Перспективные гибриды Ожерелье, Услада и Гранатовый браслет характеризуется высоким содержанием антоцианов по сравнению с контролем.

Заключение. Выявлены источники ценных хозяйственно-биологических признаков: устойчивость к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, высокая продуктивность, товарные и вкусовые качества плодов, повышенное содержание биологически активных веществ.

Полученные результаты проведенных исследований показывают возможность использования перспективных гибридов смородины красной в качестве селекционных источников по следующему ряду признаков: длина кисти (Восторг и Гранатовый браслет), средняя масса ягоды (Ведерная, Гранатовый браслет, Королева осени), число ягод в кисти (Гранатовый браслет), прочность ягод (Ожерелье и Стройная краса), общая оценка качества плодов (Ожерелье, Восторг и Гранатовый браслет), содержание растворимых сухих веществ (Гранатовый браслет и Ожерелье), витамин С (Эволюция), антоцианы (Ожерелье, Услада и Гранатовый браслет).

Библиография

1. Голяева О.Д. Состояние сортимента смородины красной и перспективы его улучшения / О.Д. Голяева // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 4. - С. 13-15.
2. Голяева О.Д. Создание и использование доноров и источников хозяйственно ценных признаков в селекции смородины красной / О.Д. Голяева // Развитие научного наследия И. В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур: матер. междуна. науч.-прак. конф., посвящ. 155-летию со дня рождения И. В. Мичурина, 26-28 октября 2010 г. Мичуринск-научоград РФ, 2010. С.104-109.
3. Голяева, О.Д. Результаты использования видовых форм в селекции смородины красной // О.Д. Голяева, М.А. Макаркина // Отдаленная гибридизация. Современное состояние и перспективы развития: тр. Междуна. конф. (16-17 декабря 2003 г., Москва) - М.: МСХА, 2003. - С. 67-69.
4. ГОСТ Р 546998-2011: Смородина красная и белая. Технические условия. М., 2011. 8 с.
5. Жбанова Е.В. Сортовое разнообразие черной и красной смородины по биохимическому составу плодов /Е.В. Жбанова// Плодоводство и ягодоводство России: Сборник научных работ; М.: ВСТИСП, 2009. Т. XXI. С.103-110.
6. Жбанова Е.В., Зацепина И.В. Селекция и сортоизучение смородины по качеству и биохимическому составу плодов /Е.В. Жбанова, И.В. Зацепина // Современное состояние культур смородины и крыжовника: Сборник научных трудов; ГНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина. Мичуринск-Наукоград РФ, 2007. С. 36-40.
7. Левгерова Н.С., Голяева О. Д., Сидорова И. А. Технологическая характеристика сортов смородины красной и перспективы их использования в качестве сырья для переработки/ Н.С. Левгерова, О. Д. Голяева, И. А. Сидорова // Совершенствование сортимента и технологий возделывания плодовых и ягодных культур: Материалы международной научно-практической конференции; Орел, 27-30 июля 2010 г. Орел: ВНИИСПК. 2010. С. 119-122.
8. Макаркина М.А. Оценка и отбор исходного материала плодовых и ягодных культур для селекции на улучшенный химический состав плодов/ М.А. Макаркина // Селекция и сорторазведение садовых культур, 2017. Т.4.№1-2– С. 82-87.
9. Михневич Н.И., Сорокопудов В.Н. Связь между поражаемостью сортов *Ribes nigrum* L. антракнозом и септориозом и их засухоустойчивостью в Белгородской области / Н.И. Михневич, В.Н. Сорокопудов // Фундаментальные исследования. 2013;6(6):С.1420-1425.
10. Причко Т.Г., Германова М.Г. Сортоизучение новых перспективных сортов смородины /Т.Г. Причко, М.Г. Германова// Плодоводство и ягодоводство России: Сборник научных работ; М.: ВСТИСП, 2012. Т. XXXII. Ч.2.С.72-79.

References

1. Golyayeva O.D. Sostoyaniye sortimenta smorodiny krasnoy i perspektivy yego uluchsheniya [The state of the assortment of red currants and the prospects for its improvement] / O.D. Golyayeva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex] - 2010. - № 4. - S. 13-15.
2. Golyayeva O.D. Sozdaniye i ispol'zovaniye donorov i istochnikov khozyaystvenno tsennykh priznakov v selektsii smorodiny krasnoy [Creation and use of donors and sources of economically valuable traits in the selection of red currant] / O.D. Golyayeva // Razvitiye nauchnogo naslediya I. V. Michurina po genetike i selektsii plodovykh kul'tur: mater. mezhdun. nauch.-prak. konf., posvyashch. 155-letiyuso dnya rozhdeniya I. V. Michurina [Development of the scientific heritage of I. V. Michurin on genetics and selection of fruit crops: mater. international scientific-practical conf., dedicated. 155th anniversary of the birthday of I.V. Michurin], 26-28 oktyabrya 2010 g. Michurinsk-naukograd RF, 2010. S.104-109.
3. Golyayeva, O.D. Rezul'taty ispol'zovaniya vidovykh form v selektsii smorodiny krasnoy [The results of using species forms in the selection of red currant] // O.D. Golyayeva, M.A. Makarkina // Otdalennaya gibridizatsiya. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya [Remote hybridization. Current state and development prospects]: tr. Mezhdun. konf. (16-17 dekabrya 2003 g., Moskva) - M.: MSKHA, 2003. - S. 67-69.
4. GOST R 546998-2011: Smorodina krasnaya i belaya. Tekhnicheskiye usloviya [Red and white currants. Technical conditions.]. M., 2011.- 8 s.

5. Zhdanova Ye.V. Sortovoye raznoobraziye chernoy i krasnoy smorodiny po biokhimicheskomu sostavu plodov [Varietal diversity of black and red currants by the biochemical composition of fruits] /Ye.V. Zhdanova// Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: Sbornik nauchnykh rabot [Fruit and berry growing in Russia: Collection of scientific works]; M.: VSTISP, 2009. T. XXI. S.103-110.

6. Zhdanova Ye.V., Zatssepina I.V. Seleksiya i sortoizucheniye smorodiny po kachestvu i biokhimicheskomu so-stavu plodov [Selection and variety study of currants in terms of quality and biochemical composition of fruits] /Ye.V. Zhdanova, I.V. Zatssepina // Sovremennoye sostoyaniye kul'tur smorodiny i kryzhovni-ka: Sbornik nauchnykh trudov; GNU VNIIS im. I.V. Michurina [Current state of currant and gooseberry crops: Collection of scientific papers; GNU VNIIS them. I.V. Michurin.]. Michurinsk-Naukograd RF, 2007. S. 36-40.

7. Levgerova N.S., Golyayeva O. D., Sidorova I. A. Tekhnologicheskaya kharakteristika sortov smorodiny krasnoy i perspektivy ikh ispol'zovaniya v kachestve syr'ya dlya pererabotki [Technological characteristics of red currant varieties and the prospects for their use as raw materials for processing] / N.S. Levgerova, O. D. Golyayeva, I. A. Sidorova // Sovershenstvovaniye sortimenta i tekhnologiy vozdel'yvaniya plodovykh i yagodnykh kul'tur: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Improvement of assortment and technologies of cultivation of fruit and berry crops: Materials of the international scientific-practical conference]; Orel, 27-30 iyulya 2010 g. Orel: VNIISPK. 2010. S. 119-122.

8. Makarkina M.A. Otsenka i otbor iskhodnogo materiala plodovykh i yagodnykh kul'tur dlya seleksii na uluchshenny khimicheskiy sostav plodov [Evaluation and selection of source material for fruit and berry crops for breeding for improved chemical composition of fruits] / M.A. Makarkina // Seleksiya i sortorazvedeniye sadovykh kul'tur [Selection and cultivation of garden crops], 2017. T.4.No1-2– S. 82-87.

9. Mikhnevich N.I., Sorokopudov V.N. Svyaz' mezhdru porazhayemost'yu sortov Ribes nigrum L. antraknozom i septoriozom i ikh zasukhoustoychivost'yu v Belgorodskoy oblasti [Relationship between the susceptibility of varieties Ribes nigrum L. anthracnose and septoria and their drought resistance in the Belgorod region] / N.I. Mikhnevich, V.N. Sorokopudov // Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research]. 2013;6(6):S.1420-1425.

10. Prichko T.G., Germanova M.G. Sortoizucheniye novykh perspektivnykh sortov smorodiny [Variety study of new promising currant varieties] /T.G. Prichko, M.G. Germanova// Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: Sbornik nauchnykh rabot [Fruit and berry growing in Russia: Collection of scientific works]; M.: VSTISP, 2012. T. XXXII. CH.2. S.72-79.

Сведения об авторах:

Волощенко Людмила Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89194379179, e-mail: lyuda190883@rambler.ru

Волощенко Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник производственного участка, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89155670888, e-mail: elitasemena@mail.ru

Байдина Инна Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89102285130, e-mail: mia88@mail.ru

Information about authors

Voloschenko Lyudmila Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Raw Materials and Products of Animal Origin, FSBEI HE Belgorod GAU, ul. Vavilova 1, p. Mayskiy, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89194379179, e-mail: lyuda190883@rambler.ru

Voloshchenko Sergei Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Production Section, Belgorod GAU, st. Vavilova 1, item Mayskiy, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89155670888, e-mail: elitasemena@mail.ru

Baydina Inna Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova 1, item Mayskiy, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89102285130, e-mail: mia88@mail.ru

Толстомятова О.С., Толстомятов С.Н., Голованова Е.В.

СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. К наиболее освоенным регионом России относится лесостепной юг Среднерусской возвышенности, природная и хозяйственная специфика которого в известной мере предопределена абсолютными и относительными высотами местности. Наибольшее разнообразие агроландшафтов представлено на территории Белгородской области. Здесь четко выделяются три основных района: Западный, Центральный, включающий южную лесостепь, и Юго – Восточный, в который входит северная степь. Районы состоят из десяти видов сельскохозяйственных ландшафтов. Вид агроландшафта - это целостное территориально-природное образование, которое проходит от верхней части водораздела до тальвега балки или русла реки и в то же время включает в себя различные типы рельефа, формирующие определенную структуру почвенного покрова, его состав и эрозия. В свою очередь, для каждого типа сельскохозяйственного ландшафта характерно различное проявление интенсивности водной эрозии. В настоящее время динамика сельскохозяйственных ландшафтов Белгородской области предопределена эндогенными, экзогенными и антропогенными факторами. В трансформации сельскохозяйственных ландшафтов ведущую роль играют антропогенные и климатические факторы. Продуктивность является важным показателем современного состояния представительных агроландшафтов в период климатической изменчивости. Одним из методов оптимизации полевых ландшафтов, является внедрение севооборотов. Для Черноземной полосы рекомендуется 10-8 полевые севообороты. При характерном для юга Среднерусской лесостепи недостатке влаги в период вегетации растений важнейшим агроприемом оптимизации полевых ландшафтов является снегозадержание, накопление влаги и регулирование снеготаяния. Снежные мелиорации уменьшают водную и ветровую эрозию почв, способствуют повышению урожая зерновых. В настоящее время динамика сельскохозяйственных ландшафтов Белгородской области предопределена эндогенными, экзогенными и антропогенными факторами. В трансформации сельскохозяйственных ландшафтов ведущую роль играют антропогенные и климатические факторы.

Ключевые слова: агроландшафт, сумма осадков, среднегодовая температура, динамика, территория области, гидротермический коэффициент.

STATE OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND ON THE EXAMPLE OF THE BELGOROD REGION

Abstract. The most developed region of Russia is the forest-steppe south of the Central Russian Upland, the natural and economic specifics of which, to a certain extent, are predetermined by the absolute and relative heights of the area. The greatest variety of agricultural landscapes is presented in the territory of the Belgorod region. Three main regions are clearly distinguished here: Western, Central, which includes the southern forest-steppe, and South-Eastern, which includes the northern steppe. The districts consist of ten types of agricultural landscapes. A type of agricultural landscape is an integral territorial-natural formation that runs from the upper part of the watershed to the thalweg gully or river bed and at the same time includes various types of relief that form a certain structure of the soil cover, its composition and erosion. In turn, each type of agricultural landscape is characterized by a different manifestation of the intensity of water erosion. At present, the dynamics of agricultural landscapes in the Belgorod region is predetermined by endogenous, exogenous and anthropogenic factors. Anthropogenic and climatic factors play a leading role in the transformation of agricultural landscapes.

Productivity is an important indicator of the current state of representative agricultural landscapes during the period of climatic variability. One of the methods for optimizing field landscapes is the introduction of crop rotations. For the Chernozem belt, 10-8 full crop rotations are recommended. With a lack of moisture typical for the south of the Central Russian forest-steppe during the growing season of plants, the most important agricultural method for optimizing field landscapes is snow retention, moisture accumulation and regulation of snow melting. Snow reclamation reduces water and wind erosion of soil, contributes to an increase in grain yield.

Keywords: agricultural landscape, precipitation, average annual temperature, dynamics, territory of the region, hydrothermal coefficient.

Введение. Территория юга Среднерусского Белогорья почти целиком расположена в лесостепной ландшафтной зоне. Лишь небольшая южная часть относится к степной зоне [1].

Исследование посвящено региону, расположенному в степной и лесостепной зонах. Для климатических показателей южных районов лесостепей Среднерусской возвышенности характерны мягкие зимы с обильными снегопадами, которые сменяются оттепелями, а летние

месяцы здесь достаточно жаркие, нередки суховеи и продолжительные засухи. Такая особенность климата, его континентальность, является следствием существенного удаления от больших водоемов, морей и океанов. С ростом удаления от Атлантического океана наблюдается и изменение климата. Изменение климата становится существенным по мере продвижения к востоку, и особенно к юго-востоку. Основным фактором, влияющим на образование климата, являются ветры. Юго-восточная часть Белгородского региона, на границе Алексеевка-Валуйки проходит так называемая ось Воейкова, которая является линией повышенного давления. Линия Воейкова, по сути, разделяет регион на две составляющие: для одной части (северо-западной) характерны западные ветры, которые приносят с моря осадки, а в другой (юго-восточной), часто наблюдаются суховеи и засуха. Наиболее ярко это различие наблюдается в зимний период времени. Поэтому здесь зимой часто обильные снегопады, сменяющиеся оттепелями, а в весеннее время понижение температуры и обильные осадки. В летние месяцы сухие ветра дуют, в основном, с азиатского материка.

Средняя температура в течение всего года составляет $+6,4^{\circ}\text{C}$. Изменение температуры растет с севера на юг и находится в диапазоне от $+5,9^{\circ}\text{C}$ до $+7,4^{\circ}\text{C}$. В самый жаркий, июльский месяц температура варьируется в интервале от $18,3$ до $21,2^{\circ}\text{C}$. В июле величина абсолютного максимума температуры находится в диапазоне $36-41^{\circ}\text{C}$ тепла, а величина абсолютного годового минимума $-36-38^{\circ}\text{C}$. Для января, самого холодного месяца, средняя температура воздуха составляет $-7,8^{\circ}\text{C}$, а диапазон изменения годовой температуры равен $72-79^{\circ}\text{C}$.

Суммарное количество осадков в течение всего года в Белгородском регионе находится в интервале от 150 до 590 мм. Разнообразие рельефа региона находит свое отражение и в распределении осадков: их наименьшее значение наблюдается в январе, а наибольшее в июне и июле. [2].

Материалы и методы. Континентальность климатических условий, периодическая смена влажных, достаточно суровых зимних месяцев и часто засушливых летних месяцев отражается и на урожайности и валовом сборе разнообразной сельскохозяйственной продукции. Несмотря на то, что Белгородская область является аграрным регионом с хорошо освоенными землями, сложность в эколого-геоморфологическую ситуацию вносят оползневые, эрозионные и технологические процессы. В Центрально-Черноземном регионе в качестве защиты экосистемы широко применяют пастбища, сенокосы в оврагах, в непосредственной близости водоемов, непригодных для распашки земель. [3].

Территория области находится в северной и южной подзонах лесостепи Среднерусской возвышенности.

Доминирующим и типичными на юге Среднерусской возвышенности на территории Белгородской области являются сельскохозяйственные и лесокультурные ландшафты.

Полевые сельскохозяйственные ландшафты располагаются преимущественно на плакорах, где и до распашки преобладали разнотравно-ковыльные степи. Значительная часть полевых местностей лежит в приречном, надпойменно-террасовом и порой даже пойменном типах местности, так как плакоры в Белгородской области занимают 40-47% площади.

Естественная растительность в полевых ландшафтах заменена искусственными фитоценозами, в состав их входят культурные культурные растения.

Одним из методов оптимизации полевых ландшафтов, является внедрение севооборотов. Для Черноземной полосы рекомендуется 10-8 полевые севообороты.

При характерном для юга Среднерусской лесостепи недостатке влаги в период вегетации растений важнейшим агроприемом оптимизации полевых ландшафтов является снегозадержание, накопление влаги и регулирование снеготаяния. Снежные мелиорации уменьшают водную и ветровую эрозию почв, способствуют повышению урожая зерновых, особенно когда апрель и май выдаются засушливыми.

На рисунке 1 показаны агроландшафты региона. На карте четко обозначены три основных района: Западный, Центральный, включающий южную лесостепь, и Юго-Восточный, в который входит северная степь. Районы состоят из десяти видов сельскохозяйственных ландшафтов. Вид агроландшафта - это целостное территориально-природное образование, которое

проходит от верхней части водораздела до тальвега балки или русла реки и в то же время включает в себя различные типы рельефа, формирующие определенную структуру почвенного покрова, его состав и эрозия. В свою очередь, для каждого типа сельскохозяйственного ландшафта характерно различное проявление интенсивности водной эрозии, у подвержено менее 20% всей площади, среднеэродированные – 40-60% и более.

Западный район занимает - 620,4 тыс. га (23,5%). В него входят три вида агроландшафта: черноземные несмытые, слабоэродированные и лесные среднеэродированные. В Западном преобладает плакорный тип местности. Площадь эродированных почв здесь составляет 30%. В черноземных сельскохозяйственных ландшафтах почвенные сочетания чаще всего представлены черноземами типичными, выщелоченными, а на склонах – смытыми разновидностями.

Центральный – располагается на площади 1652,7 тыс. га (62,9%). Он включает в себя пять видов агроландшафтов: черноземы карбонатные различной степени эродирования, средне- и сильно эродированные лесные, черноземы лесные супесчаные и песчаные трепещущие. В этом агроландшафте распространённым типом местности считается склоновый рельеф. Здесь присущи эродированные черноземы и лесные почвы. Площадь эродированных почв составляет около 60%. На низких надпойменных (борровых) террасах реки Оскол и зандровых полях находятся агроландшафты, которые подвержены ветровой эрозии, с преобладанием черноземно-лесных, супесчаных и песчаных почв.

Юго-Восточный – занимает 354,9 тыс. га (13,6%), состоит из двух типов ландшафтов – черноземные солонцевато-карбонатно-меловые и черноземы обыкновенные разной степени эродированности [4].

Агроландшафты

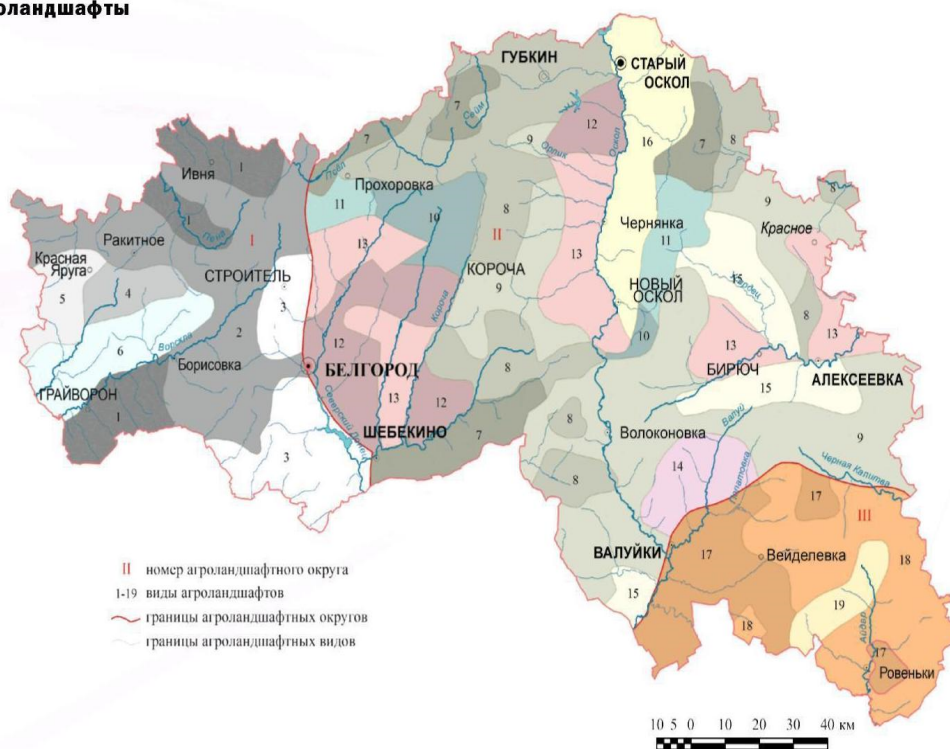


Рис. 1. Агроландшафты Белгородской области [4]

Важной задачей и главной целью использования природных земель является грамотное управление агроландшафтами, их продуктивностью, а также природоохранной функцией. Земля и плодородие почв есть основа ведения сельского хозяйства. Поэтому установление закономерностей связей урожайности разнообразных сельскохозяйственных культур и метеорологических характеристик может служить показателем устойчивого и рационального землепользования.

В таблице 1 представлены данные об изменении ряда метеорологических характеристик и среднеобластной урожайности озимой пшеницы за период с 2011 по 2019 годы.

Таблица 1 – Значения метеорологических характеристик и среднеобластной урожайности озимой пшеницы

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ГТК	0,93	1,13	0,89	0,90	0,69	1,32	1,30	1,10	1,10
Среднее областная урожайность озимой пшеницы	25,00	32,00	40,00	42,00	32,40	34,60	36,20	35,80	34,40
Осадки годовые	551,2333	623,4667	479,7333	696,0667	600,1667	430,3667	534,4333	537,8889	556,4
Осадки за период вегетации	299,9	382,3	391,9	310,2	305,3	343,7	344,7	360,9	352,3
Сумма $t > 10^{\circ}\text{C}$	2885,667	3168,833	2806,833	2767,5	2719,167	2806	2638,8	2764,033	2792,1

Гидротермический коэффициент (ГТК), является одним из основных показателей влагообеспеченности вегетационного периода. ГТК это отношение количества осадков к испарению в течение всего вегетационного периода, выраженное в сумме температур воздуха выше 10°C , уменьшенных в 10 раз. Неблагоприятные условия для возделывания сельскохозяйственных культур складываются в годы с ГТК менее 1.0, благоприятные условия в годы, когда ГТК равен 1.0-1.4. Учет климатических и водных факторов очень важен при выращивании сельскохозяйственных культур. Погодные условия летнего периода более полно характеризует гидротермический коэффициент (ГТК), который включает в себя температуру и осадки за период активной вегетации. Оптимальное увлажнение считается если ГТК 1-1.5, избыточное - более 1.6, недостаточное - менее 1, слабое - менее 0.5. При росте температур и уменьшении осадков за вегетационный период, происходит снижение значений гидротермического коэффициента за последние 15 лет. Построим математическую модель зависимости среднеобластной урожайности озимой пшеницы y_i от гидротермического коэффициента x_i за последние 8 лет. Расчетные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные данные уравнения регрессии

x	1,13	0,89	0,90	0,69	1,32	1,3	1,10	1,10
y	32	40	42	32,4	34,6	36,2	35,8	34,4
x^2	1,2769	0,7921	0,81	0,4761	1,7424	1,69	1,21	1,21
y^2	1024	1600	1764	1049,76	1197,16	1310,44	1281,64	1183,36
xy	36,16	35,6	37,8	22,356	45,672	47,06	39,38	37,84
y_T	35,69	36,42	36,39	37,02	35,12	35,18	35,78	35,78
A	0,1153	0,0895	0,1335	0,1427	0,0151	0,0281	0,0003	0,0401

Расположение точек поля корреляции позволяет сделать предположение о линейной функциональной зависимости $y=a+b$. Неизвестные коэффициенты уравнения регрессии будем искать методом наименьших квадратов из решения системы уравнений

$$\begin{cases} an + b \sum x_i = \sum y_i \\ a \sum x_i + b \sum x_i^2 = \sum x_i y_i \end{cases}$$

$$\sum x_i = 8; 43 \sum x_i^2 = 9,2075; \sum x_i y_i = 301,868; \bar{x} = 1.054; \bar{y} = 35,935;$$

Решение этой системы уравнений приводит к уравнению регрессии $\hat{y} = 39,11 - 3,02x$

Произведем оценку тесноты корреляционной зависимости с помощью коэффициентов корреляции

$$r_{xy} = \frac{\bar{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{cov(x,y)}{\sigma_x \sigma_y}; \quad r = \frac{37,73 - 1,054 \cdot 35,925}{\sqrt{1,1509 - 1,1104^2} \sqrt{1301,295 - 35,925^2}} = -0,1858$$

Эта величина показывает, на сколько величин σ_y изменится в среднем урожайность y , когда гидротермический коэффициент x увеличится на одно среднеквадратическое отклонение σ_x . Расчет коэффициент детерминации дает значение $R^2 = r^2 = 0,036$. Полученная величина определяет долю дисперсии результирующего признака y , которая объясняется регрессией в общей дисперсии результирующего признака. Для оценки точности использовалась средняя относительная ошибка аппроксимации, определенная по формуле

$$A = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \tilde{y}_x}{y} \right| \cdot 100\%$$

Полученное значение средней относительной ошибки аппроксимации $A = 7,05\%$ и это значение входит в допустимый статистический интервал - удовлетворительный для 8-10%.

Заключение. В настоящее время динамика сельскохозяйственных ландшафтов Белгородской области предопределена эндогенными, экзогенными и антропогенными факторами. В трансформации сельскохозяйственных ландшафтов ведущую роль играют антропогенные и климатические факторы. В частности, циклическая и периодическая динамика ландшафтов региона под воздействием изменяющихся климатических условий находит отражение в хронологической, структурной, временной и направленной динамике [5].

Библиография

1. Среднерусское Белогорье. Ф.Н. Мильков, В.Б. Михно, А.Б. Бережной и др. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – 240с.
2. Мир знаний — 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <http://mirznanii.com/a/330464/agroklimaticheskaya-kharakteristika-belgorodskoy-oblasti>
3. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Агрландшафты центрального черноземья. // Поволжский экологический журнал. – 2013 № 3 С. 336 – 345
4. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство// ВОО РГО, НИУ "БелГУ"; Белгород: КОНСТАНТА, 2018. - 200с.
5. Михно В.Б. Пространственно-временные изменения ландшафтов Центрального Черноземья / В.Б. Михно // Вестн. Воронеж, отд. Русск. Геогр. о-ва. 2000. - Т. 2, Вып. 1. - С. 3-8.

References

1. Central Russian Belogorie. F. N. Milkov, V. B. Mikhno, A. B. Bereznoy, and others – Voronezh: VSU publishing house, 1985. - 240S.
2. World of knowledge — 2020 [Electronic resource]. – URL: <http://mirznanii.com/a/330464/agroklimaticheskaya-kharakteristika-belgorodskoy-oblasti>
3. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. Agrolandscapes of the Central Chernozem region. // Povolzhsky ekologicheskiy Zhurnal. – 2013 no. 3 P. 336 – 345
4. geographical Atlas of the Belgorod region: nature, society, economy// VOO RGO, NRU "BelSU"; Belgorod: CONSTANTA, 2018. - 200S.
5. Mikhno V. B. Spatial and temporal changes in landscapes of the Central Chernozem region / V. B. Mikhno // Vestn. Voronezh, ed. Russian. Geogr. Islands. 2000. - Vol. 2, Issue 1. - P. 3-8.

Сведения об авторах

Толстопятова Ольга Сергеевна, преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 392169, e-mail: tolgal60@yandex.ru

Толстопятов Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики, химии и информационных технологий ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-02

Голованова Елена Васильевна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой математики, физики, химии и информационных технологий, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Бел-городская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-02, e-mail: golovanova711@mail.ru

Information about authors

Tolstopyatova Olga Sergeevna, teacher of the Department of General education, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Mayskiy village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 392169, e-mail: tolgal60@yandex.ru

Tolstopyatov Sergey Nikolaevich, candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor of mathematics, physics and chemistry, «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +74722 39-23-02

Golovanova Elena Vasilievna, candidate of physical and mathematical Sciences, head of Department of mathematics, physics and chemistry «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +74722 39-23-02, e-mail: golovanova711@mail.ru

Е.Н. Гончарова, М.И. Василенко, О.И. Кузнецова

ВЫРАЩИВАНИЕ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОСТИМУЛЯТОРА ИЗ ЗООКОМПОСТА

Аннотация. Одной из современных глобальных проблем в мире является продовольственная, прежде всего нехватка белковой пищи. В Белгородской области планируют построить предприятие по производству белка из личинок мух *Hermetia illucens* (Черная львинка). В результате процесса жизнедеятельности личинок мух *Hermetia illucens* появляется отход в виде зоокомпоста. Проведена экспериментальная работа по оценке токсичности зоокомпоста культивирования личинок мухи *Hermetia illucens* (Черная львинка) на семена растения Горчица белая. Установлено отсутствие фитотоксичности вытяжек зоокомпоста. Исследовано влияние вытяжки зоокомпоста на рост Горчицы белой (*Sinapis alba*). Показано, что зоокомпост - отход процесса жизнедеятельности личинок мух может быть использован для получения фитостимулятора. В результате проведенного полевого эксперимента установлено, что фитостимулятор способствует значительному повышению урожайности Горчицы белой: приростам биомассы и количества растений в опыте по сравнению с контролем на 21% и на 43% соответственно. Применение фитостимулятора сокращает продолжительность фенологических стадий развития по сравнению с контролем на 3-5 дня. Использование биопрепарата повышает адаптацию растений к неблагоприятным условиям окружающей среды, ускоряет появление всходов, бутонов, и цветение наступает более дружно - на 4-5 дня раньше по сравнению с контрольным экспериментом. Сделан вывод о целесообразности использования фитостимулятора, полученного из зоокомпоста культивирования личинок мухи Черная львинка.

Ключевые слова: Черная львинка (*Hermetia illucens*), зоокомпост, фитостимулятор, *Sinapis alba* (Горчица белая), фитотоксичность.

GROWING WHITE MUSTARD USING ZOOCOMPOST PHYTOSTIMULATOR

Abstract. One of the modern global problems in the world is food, especially lack of protein food. In the Belgorod region, they plan to build an enterprise for the production of protein from fly larvae *Hermetia illucens* (Black soldier). As a result of the process of vital activity of the larvae of *Hermetia illucens* flies, a departure in the form of a zoo compost appears. Experimental work has been carried out to assess the toxicity of the zoo compost of the cultivation of fly larvae *Hermetia illucens* (Black soldier) on the seeds of the plant Mustard White. The absence of phytotoxicity of zoo compost extracts was established. The effect of the extract of the zoo compost on the growth of White Mustard (*Sinapis alba*) has been investigated. It has been shown that the zoo compost - a departure from the process of vital activity of fly larvae can be used to produce a phytostimulator. As a result of the field experiment, it was found that the phytostimulator contributes to a significant increase in the yield of White Mustard: increases in biomass and the number of plants in the experiment compared to the control by 21% and 43%, respectively. Application of phytostimulator reduces duration of phenological stages of development compared to control by 3-5 days. The use of the biopreparation increases the adaptation of plants to unfavorable environmental conditions, accelerates the appearance of seedlings, buds, and flowering occurs more amicably - 4-5 days earlier than the control experiment. It was concluded that it is advisable to use a phytostimulator obtained from the zoo compost of cultivation of the larvae of the Black soldier fly.

Keywords: Black soldier (*Hermetia illucens*), zoo compost, phytostimulator, *Sinapis alba* (Mustard white), phytotoxicity.

Введение. Применение инноваций в сельском хозяйстве должно способствовать выведению данной отрасли экономики на новый уровень, поскольку внедрение новых технологий позволяет увеличить производительность, снизить себестоимость производства, улучшить качество и повысить конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции [1].

Особое место в системе инноваций, применяемых в сельском хозяйстве, занимают экологические инновации, поскольку в настоящее время одним из основных ограничений экономического роста сельского хозяйства являются постоянно повышающиеся экологические требования к процессу производства, качеству сельскохозяйственной продукции [2].

Экологические инновации осуществляют в рамках завершенных технологических и организационных разработок, способствующих снижению или предотвращению негативного воздействия на экосистемы, снижению напряженности в состоянии окружающей среды, повышению уровня гомеостаза, а также нахождению компромиссных решений между социальными, экономическими и экологическими интересами.

Одной из современных глобальных проблем в мире является продовольственная, прежде всего нехватка белковой пищи. В Белгородской области планируют построить предприятие по производству белка из личинок мух *Hermetia illucens* (Черная львинка). Насекомые являются обычной едой для многих животных. Их белок может заменить от 25% до 100% существующих кормов в зависимости от вида животных [3].

В результате процесса жизнедеятельности личинок мух *Hermetia illucens* появляется отход в виде зоокомпоста, который планируют применять как органическое удобрение или фитостимулятор [4].

Однако, сам компост имеет щелочное значение pH. Биотестирование, проведенное нами на лабораторной популяции дождевых червей *Eisenia foetida* [5], представляющей генетически однородную популяцию продемонстрировало острую токсичность зоокомпоста для дождевых червей. Следовательно, зоокомпост необходимо подвергать переработке перед применением.

Одним из таких видов биологически активных веществ являются фитостимуляторы — производные из различных природных веществ, которые активируют естественные биологические процессы растений, что помогает культурам справиться со стрессом и достичь своего максимального генетического потенциала с точки зрения урожайности и качества. Известно, что в качестве стимуляторов роста используют вытяжки зоокомпостов, торфов, органических отходов [6-8]. На территории нашей страны существуют такие природные зоны, где продуктивное выращивание растений без удобрений и стимуляторов роста невозможно, например, территории с неплодородными видами почв, а также районы крайнего севера, кроме того, использование фитостимуляторов позволит интенсифицировать земледелие. Подобного рода фитостимуляторы из зоокомпоста могут улучшить рост растений, что делает возможным выращивание различных культур растений на почвах, которые не богаты гумусом, а также в среде обитания, которая для них не является естественной [9].

Цель данной работы состояла в исследовании токсичности вытяжек зоокомпоста культивирования личинок мухи *Hermetia illucens* на семенах растения Горчица белая и возможного ее применения для растений в качестве фитостимулятора.

Материалы и методы. Экспериментальная работа по биотестированию вытяжек зоокомпоста культивирования личинок мухи *Hermetia illucens* (Черная львинка) проводилась на семенах *Sinapis alba* (Горчица белая) в соответствии с методикой МР 2.1.7.2297-07 - Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности [10].

В соответствии с методикой МР 2.1.7.2297-07 проведена экспериментальная работа, метод основан на способности семян адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности прорастания корней, что позволяет длину последних принять за показатель тест-функции. Критерием вредного действия считается ингибирование роста корней семян. Исходя из принципа экстремальности, исследования проводили в условиях прямого контакта тест-растений с вытяжкой компоста с кратностью разведения 1:10, 1:100 и 1:1000 и разным временем пребывания на ротаторе (2, 4, 6 часов). Проращивание семян осуществляли в чашках Петри с фильтровальной бумагой, куда вносили водный раствор вытяжек.

Были исследованы вытяжки зоокомпоста с разной степенью разбавления (1:10; 1:100; 1:1000) и временем ротации (2, 4, 6 ч).

Краткая характеристика тест-объекта. Горчица белая, или Горчица английская (*Sinapis alba*) - вид однолетних травянистых растений рода Горчица (*Sinapis*) семейства Капустные (*Brassicaceae*).

До фазы формирования бобов Горчица белая пригодна на корм животным. При возделывании на сидерат за счет корневых выделений переводит фосфор и калий из труднодоступных в легкоусвояемые формы [11]. Зеленая масса горчицы все шире используется в России на кормовые и сидеральные цели. В виде зеленого удобрения она обогащает почву значительным

количеством питательных веществ [12]. С агротехнической точки зрения горчица — прекрасный предшественник для ряда культур. Она рано освобождает поле, улучшает структуру и плодородие почвы, уменьшает засоренность полей и т.д. Возделывание зерновых культур после горчицы обеспечивает прибавки урожая на 10-15%.

Основной целью производства горчицы является получение пищевого масла, горчичного порошка и зеленого корма для животных. Горчичное масло богато витаминами А, В₆, РР, Д и Е, благодаря чему широко применяется в пищевой, парфюмерной, полиграфической, металлургической и других отраслях промышленности, а также в медицине [11, 13].

Горчичный жмых содержит макро- и микроэлементы, около 35 % белка, богатого лизином и до 1% эфирного масла, в связи с чем он широко используется в виде порошка для приготовления столовой горчицы и в качестве кормовой добавки для животных. Горчичный порошок благодаря содержанию в нем эфирного масла обладает сильными фунгицидными и бактерицидными свойствами; применяется для производства медицинских горчичников, моющих средств, майонеза, разнообразных соусов, консервирования овощей и фруктов. Кроме того, горчица является замечательным медоносом.

Прорастание семян горчицы начинается при температуре почвы 1-3 °С. От посева до всходов проходит 6-8 дней. Цветущие растения плохо переносят температуры меньше 5 °С - нарушается процесс оплодотворения и завязывания семян, бутоны и цветки увядают, стручки не образуются [14]. Максимальное потребление влаги горчицей приходится на период от формирования стебля до цветения. Недостаток влаги в эти фазы ведет к слабой ветвистости растений, физиологическому увяданию бутонов и существенному снижению урожая семян. В засушливые годы горчица сильнее страдает от поражения вредителями, в дождливые годы - от грибных заболеваний [15].

По сравнению с требованиями к климатическим условиям горчица гораздо менее требовательна к почве. Оптимальными для возделывания горчицы являются хорошо структурированные почвы со средним и повышенным содержанием гумуса, с хорошей водоудерживающей способностью [16]. По отношению к продолжительности освещения горчица является длиннодневной культурой. Корневые выделения горчицы содержат органические кислоты, которые при взаимодействии с почвой могут переводить ряд элементов питания из ранее недоступной в легко усваиваемую растениями форму, кроме того, эти растения способны усваивать из почвы макро- и микроэлементы, недоступные другим растениям, их корневые выделения оказывают мощное фитосанитарное воздействие [13, 15].

Экспериментальные исследования проводили в 2 этапа: на первом этапе проводили проверку семян *Sinapis alba* (Горчица белая) на всхожесть, которая составила 100 %.

Далее выявляли диапазон токсического действия вытяжек. В опытные чашки вносили по 5 мл разведений водной вытяжки зоокомпоста, контрольные семена обрабатывали адекватным количеством дистиллированной воды. Все образцы помещали в термостат на 7 суток. По истечении срока экспозиции измеряли длину корней проростков в контрольных и опытных пробах.

Определение фитотоксического эффекта проводили путем сопоставления показателей средних длин корней контрольных и опытных семян. Результаты биотестирования вытяжек зоокомпоста приведены в табл.1.

Таблица 1 - Результаты биотестирования водных вытяжек зоокомпоста на семенах растения *Sinapis alba*

Время ротации вытяжки	Длина корней растений (см) от кратности разведения водной вытяжки зоокомпоста		
	1:10	1:100	1:1000
2 ч	14±0,2	13±0,2	9±0,4
4 ч	13±0,6	11±0,6	10±0,4
6 ч	14±0,5	11±0,4	10±0,9
Контрольная проба	7±0,2		

Как видно из результатов экспериментов, водные вытяжки зоокомпоста культивирования личинок мухи *Hermetia illucens* не оказывают токсического действия во всем исследованном интервале. Наоборот, водные вытяжки во всем исследованном интервале (в 10-1000 раз) на *Sinapis alba* (Горчица белая) оказывают стимулирующее действие, наибольший эффект достигался при кратности разведения вытяжки 1:10 - 100 %. Далее в полевом эксперименте исследовали действие вытяжки с кратностью разведения 1:10 (время ротации – 2 ч).

Таким образом, можно сделать вывод, что зоокомпост, полученный в результате культивирования личинок мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) не оказывает токсичного действия, а наоборот стимулирует развитие растения. Стимулирующий эффект продемонстрирован при воздействии этих вытяжек и на длину проростков семян, поэтому работа по изучению действия вытяжек была продолжена. Для уточнения возможности использования ее в качестве фитостимулятора в растениеводстве проводился полевой эксперимент.

В полевом опыте изучали влияние действия фитостимулятора на рост, развитие и качество растений Горчицы белой (*Sinapis alba*) [16, 17].

Основные факторы жизни растений – свет, тепло, влага, воздух и питательные вещества старались сделать одинаковыми на контрольном и опытном участке.

Полевой агрохимический опыт проводился на трех специально выделенных участках площадью 4 м². Опытные и контрольные участки были специально обкопаны и обвалованы, ширина полос составила 30-40 см [16]. Выбранные участки были строго прямоугольными. Располагались делянки на участке длинной стороной по направлению с северо-востока на юго-запад с целью более равномерного их освещения. Выбранные для опыта участки были по возможности наиболее однородными с точки зрения рельефа, характера почвы, влажности и т. д.

Для проведения полевого эксперимента сначала была подготовлена почва: удалялись сорняки, почва подвергалась глубокой перекопке, она должна быть хорошо разделана, обладать мелкокомковатой структурой. Контрольный участок ничем не отличался от опытного.

Посев семян горчицы производился одновременно на опытном и контрольном участке. Семена горчицы *Sinapis alba* в контроле предварительно обрабатывали в течение 8 часов водой в соотношении 1:1 (масса семян: масса воды), в опыте – в том же соотношении только вместо воды семена обрабатывали вытяжкой с кратностью разведения 1:10, временем ротации 2 ч – далее называемой фитостимулятором.

По литературным данным известно, что сеять горчицу можно в течение всего лета (но не позже 3-й декады августа) после рано убираемых культур (ранний картофель, зеленные, редис и др.), в нашем случае посев осуществлялся после чеснока.

Посев осуществляли в бороздки с глубиной посева 2...3 см, между бороздками расстояние составило 20 см, на 1 м² высевали 10 г семян, заделку осуществляли граблями. Посев осуществляли в начале августа, закончили эксперимент в начале сентября. Полив проводили ежедневно утром и вечером, расход воды составил 10 л на 1 м².

Первые проростки появились на третий день на опытных делянках растений, обработанных фитостимулятором, на контрольных – на день позже. Количество всходов в контроле было меньше, чем в опыте, через неделю количество всходов увеличилось, но все равно на участках, на которых находились растения, обработанные фитостимулятором, их было больше.

Через три недели появилось первое цветение на участках, засеянных семенами, обработанных фитостимулятором, цветение в контроле наблюдали на 2-3 дня позже, чем на опытном и было не таким дружным. Плотность выросших растений была выше на опытной делянке, чем на контрольной.

Через месяц растения вместе с корнями аккуратно вырвали из почвы, перед этим почву интенсивно полили, землю с корней отмыли, корни просушили.

Взвесили общую массу растений с корнями. Подсчитали общее количество растений в контроле и опыте. Результаты измерения массы и подсчета количества растений в опыте и контроле полевого эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты полевого эксперимента на Горчице белой (*Sinapis alba*)

Средняя масса растений на одну делянку, г		Среднее количество растений на одну делянку, шт.	
контроль	опыт	контроль	опыт
525	637	793	1136
Прирост массы растений, %		Прирост количества растений, %	
контроль	опыт	контроль	опыт
-	21	-	43

Как видно из результатов эксперимента прирост массы в опыте по сравнению с контролем составил 21%, прирост количества растений в два раза больше - 43%, т.е. у растений, обработанных фитостимулятором, гораздо выше устойчивость к воздействию факторов окружающей среды.

Затем растения Горчицы белой (*Sinapis alba*) разбирали по фенологическим стадиям, выделили три основные стадии развития, в которых находились растения: 1) цветущие; 2) в фазе с бутонами; 3) без бутонов.

Результаты проведенного полевого эксперимента по массе и количеству растений в соответствии с фенологическими стадиями развития Горчицы белой приведены на рис. 1 и 2.

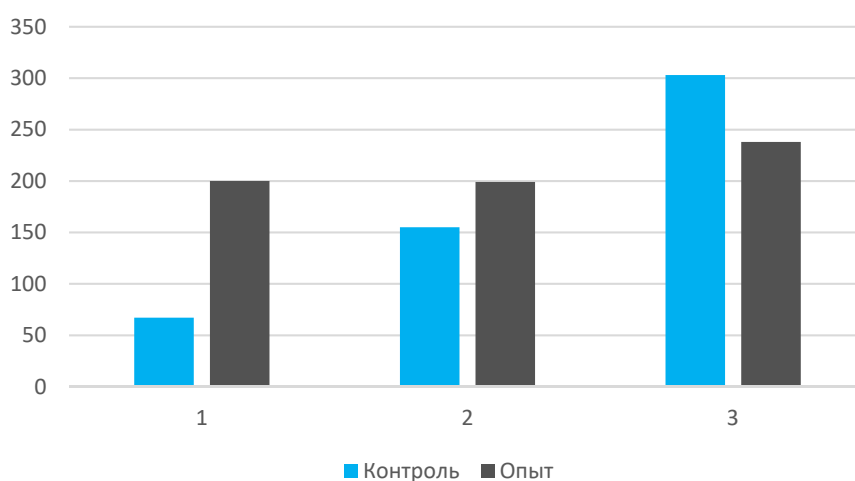


Рис. 1 - Общая масса растений *Sinapis alba* в контроле и опыте с фитостимулятором в соответствии с фенологическими стадиями развития:

1 – цветущие; 2 - с бутонами; 3 – без бутонов

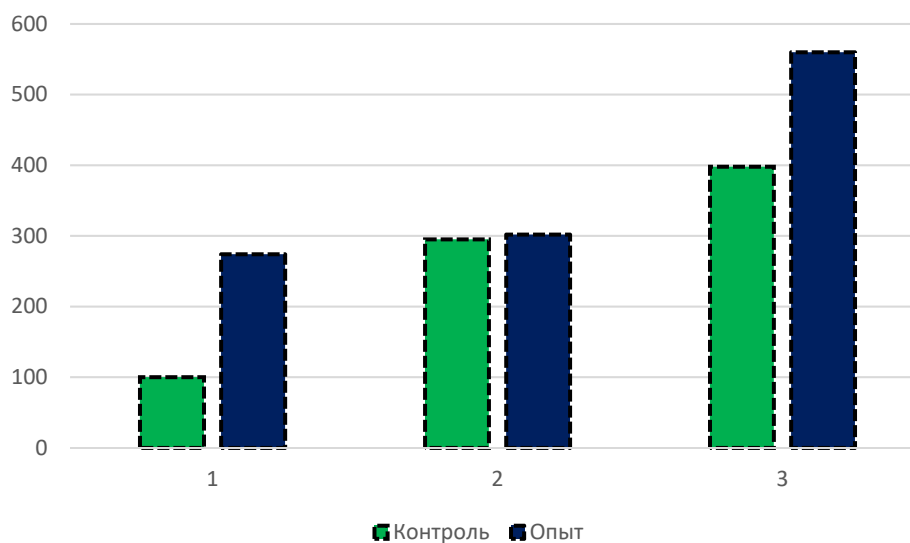


Рис. 2 - Количество растений *Sinapis alba* в контроле и опыте с фитостимулятором в соответствии с фенологическими стадиями развития:

1 – цветущие; 2 - с бутонами; 3 – без бутонов

В результате проведенных экспериментов установлено, что фитостимулятор ускоряет развитие микроорганизмов, количество цветущих растений на 174 % выше, а по массе их почти на 200 % больше, чем в контроле, в фазе с бутонами примерно одинаковое количество, а по массе на - 28 % больше, в фазе без бутонов количество растений в опыте меньше, чем в контроле, а масса растений больше.

Рассматривая средние длины растений *Sinapis alba* по стадиям развития (рис. 3), можно сделать вывод, что длины растений примерно одинаковы в опыте и контроле, за исключением цветущих растений. С вероятностью 95% можно сделать вывод, что обработка семян растений фитостимулятором приводит к увеличению средней длины растений в стадии цветения.

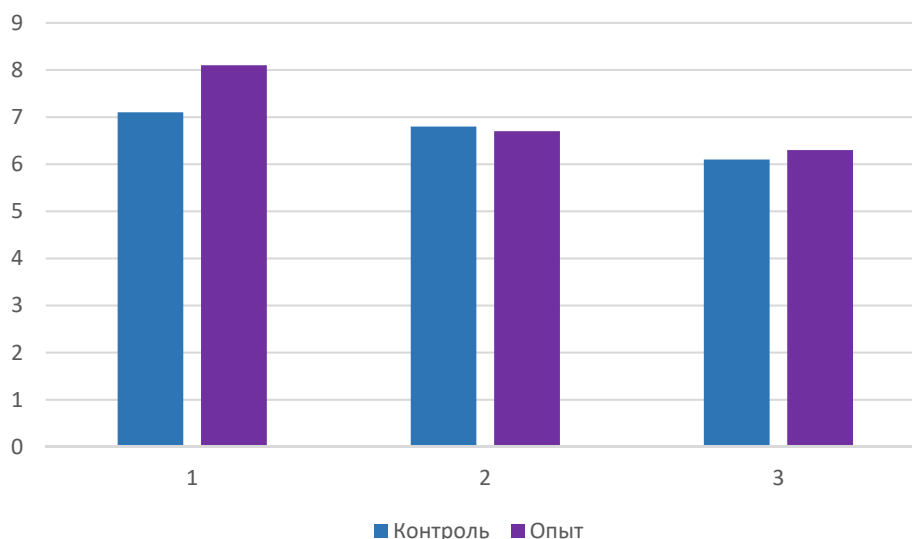


Рис. 3 - Средняя длина корней растений в контроле и опыте с фитостимулятором в соответствии с фенологическими стадиями развития:
1 – цветущие; 2 – с бутонами; 3 – без бутонов

Проведенный нами анализ продуктивности свидетельствует, что применение фитостимулятора эффективно при выращивании Горчицы белой (*Sinapis alba*). Применение фитостимулятора сокращает продолжительность фенологических стадий развития по сравнению с контролем на 2-3 дня, а в некоторых случаях до 5 дней.

Использование биопрепарата, повышает адаптацию растений к неблагоприятным условиям окружающей среды, ускоряет появление всходов, бутонов и цветение наступает более дружно - на 4-5 дней раньше по сравнению с контролем.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных экспериментов установлено, что обработка гумусовым биопрепаратом, полученным из зоокомпоста культивирования личинок Черной львинки, способствует значительному повышению урожайности – выходу зеленой массы Горчицы белой (*Sinapis alba*) по сравнению с контролем: прирост массы в опыте по сравнению с контролем составил 21%, прирост количества растений – на 43%, т.е. у растений, обработанных фитостимулятором, гораздо выше устойчивость к воздействию факторов окружающей среды.

На основании данных о продуктивности процесса выращивания, фенологических особенностях развития растений после обработки фитостимулятором, можно сделать вывод о целесообразности использования фитостимулятора, полученного из зоокомпоста культивирования личинок мухи Черная львинка.

Библиография

1. Богачев, А.И. Инновационная деятельность в сельском хозяйстве России: современные тенденции и вызовы / А.И. Богачев // Вестник НГИЭИ. - 2019. - №5 (96). - С. 96-106.
2. Баширова, А.А. Экологические инновации в сельском хозяйстве: место и роль в системе инноваций / А.А. Баширова, Г.М. Гимбатов // Региональные проблемы преобразования экономики. - 2015. - № 6. - С.11-15.

3. Singh A., Kumari K. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review // Journal of Environmental Management. – 2019. – vol. 251. – P. 109569.
4. Гроздова, А. Выгодная органика / А. Гроздова // Агротехника и технологии. - №3. - 2007. <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14712-vygodnaya-organika/>
5. ISO 11268-1:2012 Качество почвы. Воздействие загрязняющих веществ на земляных червей (*Eisenia fetida*). Часть 1. Определение острого токсического эффекта на *Eisenia fetida*/ *Eisenia andrei*
6. Попов, А.И. О механизме влияния гуминовых веществ на продукционный процесс растений / А.И. Попов // Гумус и почвообразование. Сб. науч. трудов С. Петербург. Гос. Аграрного университета. - 2000. - №2. - С. 13-14.
7. Титов, И.Н. Способ получения биостимулятора роста и развития растений из гумусосодержащих веществ. И.Н. Титов // Патент России №2253641 от 25.12.2002 г.
8. Василенко, Т.А. Применение осадка механической и биологической очистки бытовых и производственных сточных вод в качестве удобрения / Т.А. Василенко, А. Мохаммед // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2016. - №. 6. - С. 211-219.
9. Ловелл, А. Биостимуляторы для растений / А. Ловелл // Защита растений. - 2018. - № 3. – С. 15-17.
10. МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. [Электронный ресурс] / Консорциум кодексов – Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200061157> - дата обращения 13.10.2020.
11. Наумкин, В.П. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в условиях ЦЧР: монография / В.П. Наумкин, Н.И. Велкова. - Орел: изд-во Орел ГАУ. - 2009.- 308 с.
12. Елфимова, Ю.С. Возделывание *Sinapis alba* - Горчицы белой. / Ю.С. Елфимова. // Аграрный вестник Урала. - 2008. - № 4 (46). - С. 67-68.
13. Медведев, Г.А. Влияние приемов агротехники на урожайность семян горчицы / Г.А. Медведев, В.П. Галимеев // Инф. листок Волгоградского ЦНТИ. - № 73-93. -Волгоград. - 1993.
14. Беляк, В. Б. Применение сидерации в Пензенской области / В. Б. Беляк, И. Н. Зеленин, А. А. Смирнов, А. В. Чернышов – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. - 28 с.
15. Беляк, В. Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами / В. Б. Беляк – Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та. - 1998. - С. 84-85.
16. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве / Г. Ф. Никитенко. - М.: Россельхозиздат.- 1982.- 184 с.
17. Кореньков, Д.А. Справочник агрохимика /Д.А. Кореньков, К.А. Гаврилов, И.А. Шильников и др.- М.: Россельхозиздат. - 1980. – 286 с.

References

1. Bogachev, A.I. Innovacionnaya deyatel'nost' v sel'skom hozyajstve Rossii: sovremennye tendencii i vyzovy / A.I. Bogachev //Vestnik NGIEI. - 2019. - №5 (96). - S. 96-106.
2. Bashirova, A.A. Ekologicheskie innovacii v sel'skom hozyajstve: mesto i rol' v sisteme innovacij / A.A. Bashirova, G.M. Gimbatov // Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki. - 2015. - № 6. - S.11-15.
3. Singh A., Kumari K. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review // Journal of Environmental Management. – 2019. – vol. 251. – P. 109569.
4. Grozdova A. Vygodnaya organika. Agrotekhnika i tekhnologii. №3. 2007. <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14712-vygodnaya-organika/>
4. Grozdova, A. Vygodnaya organika / A. Grozdova // Агротехника и технологии. - №3. - 2007. <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14712-vygodnaya-organika/>
5. ISO 11268-1:2012 Kachestvo pochvy. Vozdejstvie zagryaznyayushchih veshchestv na zemlyanyh chervej (*Eisenia fetida*). CHast' 1. Opredelenie ostrogo toksicheskogo efekta na *Eisenia fetida*/ *Eisenia andrei*
6. Popov, A.I. O mekhanizme vliyaniya guminovyh veshchestv na produkcionnyj process rastenij / A.I. Popov // Gumus i pochvoobrazovanie. Sb. nauch. trudov S. Peterburg. Gos. Agrarnogo universiteta. - 2000. - №2. - S. 13-14.
7. Titov, I.N. Sposob polucheniya biostimulyatora rosta i razvitiya rastenij iz gumusosoderzhashchih veshchestv. I.N. Titov // Patent Rossii №2253641 от 25.12.2002 г.
8. Vasilenko, T.A. Primenenie osadka mekhanicheskoy i biologicheskoy ochistki bytovyh i proizvodstvennyh stochnyh vod v kachestve udobreniya / T.A. Vasilenko, A. Mohammed // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. SHuhova. - 2016. - №. 6. - S. 211-219.
9. Lovell, A. Biostimulyatory dlya rastenij / A. Lovell // Zashchita rastenij. - 2018. - № 3. – S. 15-17.
10. MR 2.1.7.2297-07 Obosnovanie klassa opasnosti othodov proizvodstva i potrebleniya po fitotoksichnosti. [Elektronnyj resurs] / Konsorcium kodeks – Rezhim dostupa:<http://docs.cntd.ru/document/1200061157> - data obrashcheniya 13.10.2020.
11. Naumkin, V.P. Vozdelyvanie gorchicy belo (*Sinapis alba* L.) v usloviyah CCHR: monografiya / V.P. Naumkin, N.I. Velkova. - Orel: izd-vo Orel GAU. - 2009.- 308 s.
12. Elfimova, YU.S. Vozdelyvanie Sinapis alba - Gorchicy belo. / YU.S. Elfimova. // Agrarnyj vestnik Urala. - 2008. - № 4 (46). - S. 67-68.
13. Medvedev, G.A. Vliyanie priemov agrotekhniki na urozhajnost' semyan gorchicy / G.A. Medvedev, V.P. Galimeev // Inf. listok Volgogradskogo CNTI. - № 73-93. -Volgograd. - 1993.

14. Belyak, V. B. Primenenie sideracii v Penzenskoj oblasti / V. B. Belyak, I. N. Zelenin, A. A. Smirnov, A. V. Chernyshov – Penza: RIO PGSKHA, 2005. - 28 s.
15. Belyak, V. B. Intensifikaciya kormoproizvodstva biologicheskimi priemami / V. B. Belyak – Penza: Izd-vo Penz. tekhnol. in-ta. - 1998. - S. 84-85.
16. Nikitenko, G.F. Opytnoe delo v polevodstve / G. F. Nikitenko.- M.: Rossel'hozizdat.- 1982.- 184 s.
17. Koren'kov, D.A. Spravochnik agrohimiya /D.A. Koren'kov, K.A. Gavrilov, I.A. SHil'nikov i dr.- M.: Rossel'hozizdat. - 1980. – 286 s.

Сведения об авторах

Гончарова Елена Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии БГТУ им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, г. Белгород, Россия, 308012.

Василенко Марина Ивановна, кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии БГТУ им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, г. Белгород, Россия, 308012.

Кузнецова Ольга Игоревна, магистрант кафедры промышленной экологии БГТУ им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, г. Белгород, Россия, 308012.

Information about authors

Elena N. Goncharova, candidate of biological Sciences, associate Professor of the Department of industrial ecology, V. G. Shukhov BSTU, 46 Kostyukova str., Belgorod, Russia, 308012.

Marina Vasilenko, candidate of biological Sciences, associate Professor of the Department of industrial ecology, V. G. Shukhov BSTU, 46 Kostyukova str., Belgorod, Russia, 308012.

Olga I. Kuznetsova, master's student of the Department of industrial ecology, V. G. Shukhov BSTU, 46 Kostyukova str., Belgorod, Russia, 308012

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2019-070 от 29.11.2019 г.

Н.В. Коцарева, Е. В. Коваленко

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА МАССУ 1000 СЕМЯН И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ F₁ БОРЕЙ И F₁ ДАРИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР

Аннотация. Подсолнечник в течение последних десятилетий принадлежит к десяти основным культурам, возделываемым во всем мире. В Российской Федерации — это основная масличная культура. Для получения высоких и устойчивых урожаев подсолнечника предпосевная обработка семян является одной из важных предпосылок рентабельного производства. В растениях микроэлементы включаются в обмен веществ, активизируют биохимические процессы, в результате ускоряется рост и развитие растений, повышается их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, что положительно отражается на урожайности и качестве продукции. Изменения на рынке привели к тому, что основная производственная площадка для производства подсолнечника снова вернулась в Восточную Европу, где Россия доминирует в мировом производстве. Протравливание посевного материала, является рекомендованным приёмом в технологии возделывания различных культур. Обработанные семена растений могут быть защищены как от болезней, так и от вредителей, но в последнее время чаще используют препараты комплексного действия. Эффективность данного мероприятия в значительной мере зависит от состава используемой смеси, для протравливания. В статье приведены результаты исследований влияния предпосевной обработки семян комплексом препаратов, включающих протравитель, микроэлементы и регуляторы роста на хозяйственно-биологические признаки и свойства гибридов подсолнечника Борей F₁ и Дарий F₁ в условиях юго-западной части Центрально-черноземного района. Определена эффективная схема предпосевной обработки семян гибридов подсолнечника Борей F₁ и Дарий F₁, позволяющая получать урожай семян до 29,03 ц/га (прибавка 6,6 ц/га) и уровнем рентабельности 156,4 % (прирост 39,6 %).

Ключевые слова: предпосевная, обработка семян, подсолнечник, масса 1000, урожайность, протравители

INFLUENCE OF PRE-SOWING TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS ON THE WEIGHT OF 1000 SEEDS AND THE YIELD OF HYBRIDS F₁ BOREY AND F₁ DARIY IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST CCR

Abstract. Over the past decades, sunflower has been one of the ten main crops cultivated all over the world. In the Russian Federation, it is the main oilseed crop. To obtain high and sustainable sunflower yields, pre-sowing seed treatment is one of the important prerequisites for profitable production. In plants, trace elements are included in the metabolism, activate biochemical processes, as a result, the growth and development of plants is accelerated, their resistance to unfavorable weather conditions increases, which positively affects the yield and quality of products. Changes in the market have brought the main production site for sunflower production back to Eastern Europe, where Russia dominates global production. Seed dressing is a recommended technique in the cultivation of various crops. Treated plant seeds can be protected from both diseases and pests, but recently, complex-acting preparations are more often used. The effectiveness of this measure largely depends on the composition of the mixture used for etching. The article presents the results of studies of the effect of pre-sowing seed treatment with a complex of preparations, including a seed dressing agent, microelements and growth regulators on economic and biological characteristics and properties of sunflower hybrids Borey F₁ and Darius F₁ in the conditions of the southwestern part of the Central Chernozem region. An effective scheme of pre-sowing treatment of seeds of sunflower hybrids Borey F₁ and Darius F₁ has been determined, which allows obtaining a seed yield of up to 29.03 c / ha (an increase of 6.6 c / ha) and a profitability level of 156.4% (an increase of 39.6%).

Key words: pre-sowing, seed treatment, sunflower, weight 1000, yield, dressing agents

Введение. Подсолнечник принадлежит к группе наиболее ценных и высокодоходных культур, играющих ключевую роль в укреплении экономики сельскохозяйственных предприятий. От уровня валового сбора семян зависит не только удовлетворение населения растительным маслом, но и в значительной мере обеспечение животноводства высокобелковым кормом. Широкий ассортимент продукции, вырабатываемой из масличного сырья, определяет высокий спрос на маслосемена подсолнечника на внутреннем и международном рынках, и эта тенденция будет сохраняться в будущем в связи с острым населением и возрастающей потребностью в высококачественных продуктах питания. Однако в сложившейся экономической ситуации при постоянно возрастающей стоимости техники, энергоресурсов и других материальных средств, необходимых для выращивания урожая,

высокая экономическая эффективность производства подсолнечника может быть обеспечена при адекватном и постоянном наращивании урожайности этой культуры. Лучшие гибриды подсолнечника имеют содержание масла до 52-55% [1,2, 12, 14].

В последние годы масштабы выращивания подсолнечника в Белгородской области существенно увеличились. При надлежащем отношении к этой культуре в отдельных хозяйствах ЦЧР и других местах урожай превышает 25 ц/га. Результативность производства этой важной культуры зависит от знания ее основных биологических свойств, а также соблюдения современных технологий выращивания [4,5,9,13].

Плод подсолнечника – семянка, представляет собой заключенный в семенную оболочку зародыш, состоящий из двух семядолей и находящейся между ними почки-корешка. Основные запасы питательных веществ — жиры и белки — сосредоточены в семядолях, в меньшей степени они содержатся в остальных частях зародыша [5].

Следует отметить, что большинство исследователей считают показатель массы 1000 семян наследственным сортовым признаком, однако исследования показывают, что масса 1000 семян варьирует в зависимости от многих факторов [1,7,11].

Повсеместно распространенные многочисленные грибные болезни, поражая подсолнечник, серьезно влияют на его урожай и качество. При массовом их развитии потери урожая могут превышать 60% с полной утратой его пищевой ценности – поэтому защита этой культуры от болезней крайне актуальна [10,3].

В настоящее время защита подсолнечника от болезней и цветкового паразита-заразихи возможна только с использованием системы мероприятий, которая должна включать оптимальное размещение сортифта с учетом погодных условий и продолжительности его созревания, обоснованную ротацию в севооборотах, качественное проведение агротехнических приемов в предпосевной период, во время посева и вегетации растений, оптимизацию химической защиты на основе постоянного мониторинга болезней и прогноза их развития. Своевременная десикация растений, сокращенные сроки уборки и доработки урожая, оптимальные условия его хранения являются также неотъемлемыми компонентами этой системы [6,8]. Для получения высоких и устойчивых урожаев подсолнечника предпосевная обработка семян является одной из важных предпосылок рентабельного производства. Протравливание посевного материала, является рекомендованным приёмом в технологии возделывания различных культур. Обработанные семена растений могут быть защищены как от болезней, так и от вредителей, но в последнее время чаще используют препараты комплексного действия. Эффективность данного мероприятия в значительной мере зависит от состава используемой смеси, для протравливания.

Методика исследований. Исследования проводили в ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный институт имени В. Я. Горина» в 2012-2014 гг. Почва опытного участка – чернозем типичный, среднемощный, тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках.

Целью работы было изучение влияния предпосевной обработки семян подсолнечника на массу 1000 семян и урожайность гибридов Борей F₁ и Дарий F₁ в условиях юго-запада ЦЧР. Были поставлены и решены следующие задачи: изучено влияние предпосевной обработки различными препаратами семян подсолнечника на хозяйственно-биологические признаки и элементы структуры урожая гибридов Борей F₁ и Дарий F₁ в условиях юго-запада ЦЧР.

Площадь учетной делянки 25 м², общая площадь посева 1800 м², повторность трехкратная. Сроки посева семян подсолнечника – третья декада апреля. Размещение делянок в опыте рендомизированное.

Опыт двухфакторный – фактор А гибриды подсолнечника Борей F₁ и Дарий F₁, фактор В – элементы обработки согласно схеме:

1. Без обработки – контроль;
2. Винцит, 2,0 л/т;

3. Максим, 5,0 л/т;
4. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т;
5. Максим, 5,0 л/т + Радифарм, 0,2 л/т;
6. Максим, 5,0 л/т + Фертигрейн Старт, 1 л/т;
7. Максим, 5,0 л/т + Альбит, 0,35 л/т;
8. Максим, 5,0 л/т + Вымпел (Гуматный комплекс), 0,3 л/т;
9. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Радифарм, 0,2 л/т;
10. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Фертигрейн Старт, 1 л/т;
11. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Альбит, 0,35 л/т;
12. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Вымпел (Гуматный комплекс), 0,3 л/т;

Предшественник - ячмень. Под основную обработку удобрения не вносили. Подкормку подсолнечника проводили в фазе 2-3 листьев комплексным удобрением (азофоска в дозе 100 кг. д. в. /га). Для борьбы с сорными растениями использовали гербицид Лонтрел-300 в дозе 1 л/га.

В опыте проводили следующие учёты и наблюдения:

1. Фенологические наблюдения, учёты и измерения - по методике государственного сортоиспытания с/х культур (1985).

2. Статистическая обработка экспериментальных данных - по методу дисперсионного анализа двухфакторного полевого опыта на персональном компьютере IBM – INTEL PENTIUM кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ им В. Я. Горина.

Результаты исследований. Для определения влияния исследуемых препаратов на продуктивный потенциал был проведен анализ элементов структуры урожая гибрида подсолнечника Борей F₁ (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние предпосевной обработки на массу 1000 семян гибрида Борей F₁

Варианты обработки	Масса 1000 семян, г				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	- Х	± к контролю
Без обработки - контроль	41,0	42,3	41,8	41,7	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	43,3	44,5	42,3	43,4	+1,7
Максим (5,0 л/т)	44,2	43,2	42,7	43,4	+1,7
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	44,9	43,8	43,1	43,9	+2,2
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	44,7	43,9	43,2	43,9	+2,2
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	45,2	44,9	43,5	44,5	+2,8
Максим 5,0 л/т + Альбит (0,35 л/т)	45,0	45,3	45,4	45,2	+3,5
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	44,3	44,8	43,2	44,1	+2,4
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	44,8	44,3	44,0	44,4	+2,7
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	45,0	44,9	43,8	44,6	+2,9
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	45,0	45,1	44,2	44,8	+3,1
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	44,2	44,7	43,9	44,3	+2,6

НСР₀₅ = 0,40

В среднем масса 1000 семян за 3 года в контроле составила 41,7 г. За 3 года исследований предпосевная обработка привела к существенному повышению массы 1000 семян гибрида Борей F₁ по всем вариантам, которая в среднем составила от 43,4 г до 44,8 г.

Наибольшее значение показателя «масса 1000 семян» было получено при использовании варианта предпосевной обработки Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т) - 44,8 г.

Предпосевная обработка способствовала повышению урожайности семян гибрида Борей F₁ до 23,83 - 25,79 ц/га (табл. 2).

Таблица 2 — Влияние предпосевной обработки на урожайность семян гибрида Борей F₁

Варианты обработки	Гибрид Борей F ₁				
	Урожайность семян, ц/га (7%)				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	- X	± к контролю
Без обработки - контроль	21,73	22,24	22,43	22,13	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	24,55	23,74	23,20	23,83	+1,7
Максим (5,0 л/т)	24,78	24,20	24,47	24,48	+2,35
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	25,79	24,94	24,32	25,01	+2,88
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	25,59	23,53	23,12	24,08	+1,95
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	26,72	24,33	24,56	25,20	+3,07
Максим (5,0 л/т) + Альбит (0,35 л/т)	26,00	25,95	25,42	25,79	+3,66
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	25,50	24,53	24,74	24,92	+2,79
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	25,81	25,74	25,32	25,62	+3,49
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	26,70	25,03	25,40	25,71	+3,58
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	26,60	24,26	24,54	25,13	+3,0
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	26,01	24,72	24,32	25,01	+2,88
НСР ₀₅ =1,37					

Лучшие показатели по урожайности были получены при использовании для предпосевной обработки варианта «Максим (5,0 л/т) + Альбит (0,35 л/т)» - 25,79 ц/га.

У подсолнечника гибрида Дарий F₁ увеличению массы 1000 семян до 46,4 г способствовали три варианта обработки: «Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)», «Максим 5,0 л/т + Альбит (0,35 л/т)» и «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)» (табл. 3).

Таблица 3 - Влияние предпосевной обработки на массу 1000 семян гибрида Дарий F₁

Варианты обработки	Гибрид Дарий F ₁				
	Масса 1000 семян, г				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	- X	± к контролю
Без обработки - контроль	42,5	43,2	42,4	42,7	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	45,2	44,7	43,6	44,5	+1,8
Максим (5,0 л/т)	46,0	45,6	44,8	45,5	+2,8
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	46,6	45,4	44,2	45,4	+2,7
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	46,4	45,8	44,7	45,6	+2,9
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	47,3	46,5	45,3	46,4	+3,7
Максим 5,0 л/т + Альбит (0,35 л/т)	47,2	46,2	45,8	46,4	+3,7
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	46,4	45,6	44,1	45,7	+3,0
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	46,9	45,9	44,3	45,7	+3,0
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	47,5	46,0	45,6	46,4	+3,7
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	47,2	45,9	45,2	46,1	+3,4
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	46,3	45,6	44,4	45,3	+2,6
НСР ₀₅ = 0,98					

Урожайность гибрида Дарий F₁ в опыте составила от 21,39 ц/га в контроле до 26,74 ц/га в варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)» (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние предпосевной обработки на урожайность семян гибрида Дарий F₁

Варианты обработки	Гибрид Дарий F ₁				
	Урожайность семян, ц/га (7%)				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	- X	± к контролю
Без обработки - контроль	22,37	21,33	20,47	21,39	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	26,23	24,28	24,32	24,92	+3,55
Максим (5,0 л/т)	27,30	24,73	24,64	25,55	+4,16
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	27,78	25,28	24,30	25,78	+4,39
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	27,08	25,61	25,40	26,03	+4,64
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	29,03	26,33	24,21	26,52	+5,13
Максим 5,0 л/т + Альбит (0,35 л/т)	28,86	25,36	25,17	26,46	+5,07
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	27,51	25,61	24,45	25,85	+4,46
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	28,04	25,98	24,13	26,05	+4,66
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	28,79	26,24	25,20	26,74	+5,35
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	28,56	25,25	25,42	26,41	+5,02
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	27,30	25,83	25,74	26,29	+4,90
НСР ₀₅ = 2,7					

Таким образом, установлено положительное влияние предпосевной обработки семян подсолнечника на массу 1000 семян и урожайность гибридов F₁ Борей и F₁ Дарий в условиях юго-запада ЦЧР. Наилучшим вариантом предпосевной обработки семян для F₁ Борей был вариант «Максим (5,0 л/т) + Альбит (0,35 л/т)», а для F₁ Дарий - вариант «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)». В среднем увеличение массы 1000 семян и урожайности у F₁ Борей составила 45,2 г и 25,79 ц/га, у F₁ Дарий - 46,4 г и 26,74 ц/га соответственно.

Библиография

1. Хмельницкий А. А. Влияние приемов основной обработки почвы и густоты насаждения подсолнечника на продуктивность сортов и гибридов в условиях юго-западной части ЦЧР : учеб. пособие вузов // А.А. Хмельницкий, С.И. Смуров, О.А. Подлегаев. - Белгород: изд-во БелГСХА, 2007. - 111 с.
2. Жеряков Е. В. Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от норм высева / Е.В. Жеряков, С. Ф. Пронькин, Е. С. Пуцкина // Молодой ученый, 2012. - № 10 (45). - С. 421-424.
3. Жидков В. М. Густота растений и срок высева подсолнечника на черноземах Волгоградской области / В. М. Жидков, А. А. Астахов, С. А. Коноваленко // Научный вестник. - Волгоград: ВГСХА, 2002. - Вып. 3. - С.116-119.
4. Маркин Б. К. Выращивание подсолнечника на орошении эффективно / Б. К. Маркин // Масличные культуры, 1986 - №3. - 25 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. - Белгород: Изд. Константа, 2014. - 462 с.
6. Пимахин В.Ф. Новые сорта и гибриды подсолнечника и кукурузы / В.Ф. Пимахин, В.И. Жужукин, Ю. В. Лобачев // Вопросы крестьяноведения. - Саратов, 1996. - Вып. 3. - С.149-153.
7. Смирнова Н. С. Изучение технологических характеристик урожайных семян подсолнечника в результате биоинкрустации / Н. С. Смирнова, А.А. Варивода, М. П. Коваленко. - Молодой ученый. - 2016. - № 10 (114). - С. 308-315.
8. Трисвятский Н. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. - М.: Колос, 1983. - 383 с.
9. Филин В. И. Биологические и технологические основы программированного возделывания сельскохозяйственных культур при орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. - Волгоград, 1987.- 49 с.
10. Фролов П. В. Влияние орошения на продуктивность и качественные показатели масличных культур // Труды ВНИП совещания по масличным культурам 25-29 июля 1951 года. - Краснодар, 1952. - С. 110-112.
11. Шанский Ю.А. Агротехника высоких урожаев масличных культур. М.: Колос, 1956.
12. Шахов А. А. Фитоэнергетика растений и урожай. - М.: Наука, 1993. - 416 с.
13. Шевченко В. А. Технология производства продукции растениеводства. -М.: Агроконсалт. 2002.
14. Sunflower appear to be bright crop. Farm Industry News, 1979. - V.13. - №1. - P.65.

References

Candidate of Agricultural Science, associate professor of the Department of Morphology and Physiology Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

С.А. Линков, А.В. Акинчин, Е.Ю. Колесниченко, Т.С. Морозова

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АПК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. Членами проектной группы с 2016 года выполняется мониторинг научно-технологического развития АПК: мелиорация и восстановление земельных ресурсов, эффективное и безопасное использование удобрений и агрохимикатов, основанный как на результатах собственных исследований авторов, так и на данных, полученных в результате опроса экспертов, география которых постепенно расширяется (2016 год – 123 эксперта из 14 регионов, в 2017 – 147 из 22, в 2018 – 203 эксперта из 29 регионов). Это позволяет объективно изучить все вопросы, представляющие интерес для предлагаемого направления исследований.

Выполнено математическое моделирование сценариев научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов. Базовый сценарий предусматривает некоторое снижение показателей почвенного плодородия в целом по России, рост площади эродированных земель на 12%. Пессимистический сценарий приведет к снижению плодородия земель сельскохозяйственного назначения: дефицит баланса гумуса возрастет на 32,1%; азота, фосфора и калия – на 15 %, что в конечном итоге приведёт к деградации земель. Реализация оптимистического сценария приведёт к повышению плодородия земель сельскохозяйственного назначения: баланс гумуса достигнет положительных значений и составит 0,08 т/га; обеспеченность элементами питания возрастёт на 11%.

Использование разработанных прогнозов по развитию АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов позволит скоординировать направления государственной поддержки и обеспечить экономию бюджетных средств в размере 5-10% при увеличении производства в АПК на 12%.

Ключевые слова: мониторинг, прогнозирование, деградация земель, мелиорация, агрохимикаты, агроландшафты.

MAIN ASPECTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SECTOR

Abstract. Since 2016, members of the project group have been monitoring the scientific and technological development of the agro-industrial complex: land reclamation and restoration, effective and safe use of fertilizers and agrochemicals, based both on the results of the authors' own research and on data obtained as a result of a survey of experts, whose geography is gradually expanding (2016 - 123 experts from 14 regions, in 2017 - 147 out of 22, in 2018 - 203 experts from 29 regions). This allows you to objectively study all the issues of interest for the proposed direction of research. Mathematical modeling of scenarios for the scientific and technological development of the agro-industrial complex in the field of reclamation and restoration of land resources, effective and safe use of fertilizers and agrochemicals has been carried out. The baseline scenario provides for a slight decrease in soil fertility indicators in Russia as a whole, an increase in the area of eroded lands by 12%. The pessimistic scenario will lead to a decrease in the fertility of agricultural land: the humus balance deficit will increase by 32.1%; nitrogen, phosphorus and potassium - by 15%, which will ultimately lead to land degradation. Implementation of the optimistic scenario will lead to an increase in the fertility of agricultural lands: the humus balance will reach positive values and amount to 0.08 t / ha; supply with food elements will increase by 11%. The use of the developed forecasts for the development of the agro-industrial complex in the field of reclamation and restoration of land resources, the effective and safe use of fertilizers and agrochemicals will allow coordinating the directions of state support and providing budget savings of 5-10% with an increase in production in the agro-industrial complex by 12%.

Keywords: monitoring, prediction, soil degradation, melioration, agrokhimikaty, agrolandshafty.

Введение. В настоящее время использование земельно-ресурсного потенциала России, особенно пашни, находится в кризисном состоянии. Имея 10 % продуктивных земель мира, доля России в производстве сельскохозяйственной продукции составляет всего лишь около 2 %.

Преобладающий характер хозяйствования привел к угрожающей деградации земельных ресурсов, в том числе почвенного покрова, относящий ее в разряд важнейших социально-экономических и экологических проблем, создающих угрозу национальной безопасности России. Поэтому важнейшей задачей государственного управления в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования в целом и земельными ресурсами, в частности, является организация мониторинга земельных ресурсов, как

комплексной системы оценки и прогноза изменений их состояния под воздействием антропогенных и природных факторов.

Объект исследований, материалы и методы. Отличительной особенностью данной работы является то, что в данном исследовании использован комплекс методов, методических подходов и инструментов из различных областей знаний: агрономии, агроэкологии, агрохимии, мелиорации, социологии, экономики, который в такого рода исследованиях пока не применялся.

Объектом исследования являются агроэкосистемы, включающие почву, растительность, энтомофауну, микрофлору и человека.

Предмет исследования – методы и способы мелиорации земель, режимы орошения и осушения, способы рассоления, раскисления, окультуривания почв, прогрессирующего повышения их плодородия, воссоздания растительного покрова, методы и способы борьбы с водной и ветровой эрозией, способы агролесомелиорации, биологические приемы мелиорации, фитомелиорации, технологии рекультивации земель, очистки земель, загрязненных тяжелыми металлами, нефтепродуктами, нитратами, радионуклидами, гербицидами и др., способы и технические средства контроля за состоянием мелиорируемых и рекультивируемых земель, мониторинга этих земель, методы, способы и технологии информационного обеспечения управленческой мелиоративной деятельности.

Сельское хозяйство играет наиболее важную роль в обеспечении продовольственной безопасности. Поэтому точная сельскохозяйственная информация – это обязательное условие для понимания устойчивого сельскохозяйственного развития и продовольственной безопасности.

Специфика исследования и формирования мониторинга в области мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов заключается в высокой степени междисциплинарности исследований в этой сфере, а также в потенциально многоотраслевом применении экологически эффективных технологий и услуг.

Научно-технологическая и инновационная деятельность в этой области имеет несколько основных составляющих:

- развитие современных экологически эффективных технологий (например, экологически чистых технологий производства);
- развитие информационно-научных технологий (например, создание новых систем мониторинга и прогнозирования восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов, полученных с помощью современных спутниковых технологий; систем нормирования воздействия на окружающую среду, методов оценки и контроля состояния земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов);
- развитие рынка экологических продуктов.

Результаты. В последние годы нарастает угроза глобального экологического кризиса, повсеместно растут масштабы деградации почв в результате водной и ветровой эрозии, загрязнения почв тяжелыми металлами, добычи полезных ископаемых: различных руд, строительных материалов, нефти, газа, создания полигонов захоронения промышленных и бытовых отходов. Установлено, что разной степени деградации подвержены почти 2 млрд. га (таблица 1). За весь исторический период человечество уже потеряло около 2 млрд. га некогда плодородных почв, превратив их в антропогенные пустыни и неудобные земли, что равно всей суммарной площади современного земледелия [4].

Таблица 1 – Типы и степень деградации почвы

Типы и степень деградации	Площадь	
	млн. га	%
Тип деградации:		
Смыв и разрушение водной эрозией	1093,7	55,6
Развеивание и разрушение	543,3	23,0
Химическая деградация (обеднение элементами питания, засоление, загрязнение, закисление)	239,1	12,2
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадки)	83,3	4,2
Всего	1964,4	100,0
Степень деградации:		
– слабая	749,0	33,1
– умеренная	910,5	46,4
– сильная	295,7	15,1
– очень сильная	9,3	0,5

Площадь земель Российской Федерации, подверженных опустыниванию составляет 190000 км². Около 10% территории страны входят в область риска, где пока интенсивность антропогенных воздействий не превысила критический уровень устойчивости почв. Распаханность территории составляет 38%, большая часть представлена слабой и умеренной деградации более 50%, а очень сильной – 5%, или в 10 раз больше мировых показателей [4].

По состоянию на 2016 г. в Российской Федерации опустыниванию подвержена территория в 100 млн. га, 23 млн. га – переувлажнены, 65 млн. га подвержены водной и ветровой эрозии, 38 млн. га – засолению, а 41 млн. га пашни выведены из севооборота. Общая площадь эродированных, дефлированных и дефляционно-опасных сельскохозяйственных угодий России составляет свыше 50%, причем, доля эродированных и дефлированных почв продолжает неуклонно увеличиваться. Снижается содержание гумуса и элементов питания в почвах сельскохозяйственных угодий практически во всех регионах России. Расширяется площадь регионов, испытывающих опустынивание ландшафтов и деградацию почв. Нарастают площади почв, засоленных, загрязненных и захламленных промышленными и бытовыми отходами [1, 2, 5, 9, 11].

Загрязнение почв тяжелыми металлами отмечается практически во всех промышленно развитых регионах страны. Зоны, в которых содержание тяжелых металлов в почвах агроугодий в десятки и сотни раз превышают ПДК, это Кемеровская, Белгородская и Челябинская области, повышенное содержание тяжелых металлов – в Московской, Смоленской, Тульской и Брянской областях [7].

Деградированные почвы в практическом использовании несут большие риски, которые касаются как экологических, так и экономических параметров производства. В России возрастает востребованность стабильности при работе с почвой, а это требует системной работы с целью сохранения плодородия почв на достаточном уровне и восстановления уже нарушенных земель. Здоровье почвы, в конечном итоге, определяет здоровье и качество жизни самого человека.

Объемы агрохимических работ в стране находятся на очень низком уровне – по сравнению с советским дореформенным периодом они сократились в 10-20 раз [3]. Внесение органических удобрений снизилось на 71,1%, а объемы внесения минеральных удобрений достигли уровня 1960 г. Однако к показателю периода 1986-1990 гг. они сократились в 3 раза, фосфора вносят на 96% меньше, площадь гипсования солонцовых почв сократилась на 98%, известкование кислых почв – на 95%.

На современном этапе существует три направления, использующие различные экономические механизмы в области научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов:

– «стимулирующий», характеризующийся преобладанием рыночных инструментов и созданием благоприятной экономической среды для научно-технологического развития АПК

в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов;

– «жесткий», характеризующийся использованием административных и финансово-экономических инструментов принуждения и подавления посредством жесткой налоговой политики научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов;

– «мягкий», характеризующийся установлением либеральных ограничительных мер для научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов [2].

В настоящее время в России действует «мягкий» механизм регулирования, который является не самым действенным в условиях сегодняшнего времени.

Как считают специалисты, на проведение базового списка требующихся мероприятий по землеустройству необходимо изыскать в бюджетах различного уровня около 250 млрд. рублей на протяжении 3-4 лет. При этом упорядочение владения и пользования землей создаст дополнительное вливание до 50 млрд. рублей каждый год, создадутся условия и возможности для значительного увеличения эффективности эксплуатации земель, уровня ведения аграрного производства и охраны земель от деградации.

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед государством в области рационального землепользования, является повышение плодородия почв. Поэтому одним из важнейших и самых действенных правовых средств является установление ответственности за нарушения законодательства за нерациональное землепользование. В зависимости от видов нарушений необходимо предусмотреть и соответствующие виды ответственности.

Одним из основных условий модернизации земледелия является химическая мелиорация почв, при которой возможно регулировать факторы жизни растений в соответствии с основными законами земледелия, проведения программирования урожайности с учетом региональных почвенно-климатических условий каждого поля, биологических особенностей сельскохозяйственных культур, сортов и гибридов и использования их потенциальной продуктивности. Необходимым условием модернизации отечественного земледелия является обеспечение потребности предприятий агропромышленного комплекса в минеральных удобрениях, пестицидах и других агрохимикатах, оснащение материально-технической базы химизации земледелия, увеличение объемов использования средств химизации, чтобы обеспечить их высокую эффективность и охрану окружающей среды от загрязнения [6,10,12].

Таким образом, в системе мероприятий научно-технологического развития АПК в сфере эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов, с целью увеличения производства сельскохозяйственной продукции должно быть предусмотрено:

- повышение культуры земледелия;
- повышение роли научно-исследовательских институтов сельского хозяйства и агрохимической службы в научном, информационном и производственном обеспечении предприятий всех категорий в области химизации земледелия;
- проведение комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения;
- проведение почвенно-растительной диагностики минерального питания растений в течение вегетации сельскохозяйственных культур;
- совершенствование нормативной базы;
- разработка и совершенствование регламентов применения средств химизации в агротехнологиях интенсивного земледелия на адаптивно-ландшафтной основе.
- ежегодное проведение известкования в объеме 15-20% от общей площади кислых почв.

Прогноз внесения органических и минеральных удобрений необходим для оценки перспектив изменения плодородия почв. Согласно данным федеральной статистики, внесение органических удобрений в 2015 году составило 1,3 т/га. Этого количества явно недостаточно для поддержания бездефицитного баланса гумуса. В прогнозируемом будущем этот показатель

увеличится до 1,6 т/га, в то время как минимально рекомендуемое количество составляет 4,0 т/га.

В связи со сложившейся и прогнозируемой ситуацией необходимо изыскивать средства по устранению дефицита внесения органических удобрений в 2,4 т/га. Ведь, как показывает прогноз данного показателя (рис. 1), принимаемые на настоящий момент временные меры к 2030 году позволят достичь внесения только 1,6 т/га.

Поэтому необходимо более широко использовать нетоварную часть продукции, расширять применение сидератов, пожнивных и поукосных посевов. Отдельным пунктом следует указать о расширении площади посева многолетних и однолетних трав, которые должны составлять в структуре посевных площадей не менее 15%.

Применение минеральных удобрений является важнейшим условием сохранения и расширенного воспроизводства плодородия почвы, повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. При недостаточном их использовании невозможно восполнить баланс элементов питания в системе почва-растение.

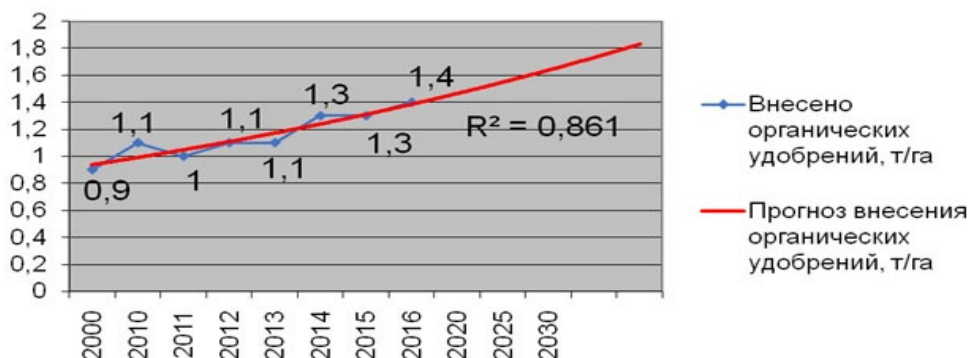


Рисунок 1 – Прогноз внесения органических удобрений

В настоящий момент внесение минеральных удобрений в дозе 42 кг/га д.в. не обеспечивает устранение отрицательного баланса элементов питания, а использование сортов и гибридов интенсивного типа приводит к еще большему увеличению дефицита элементов питания (рис. 2).

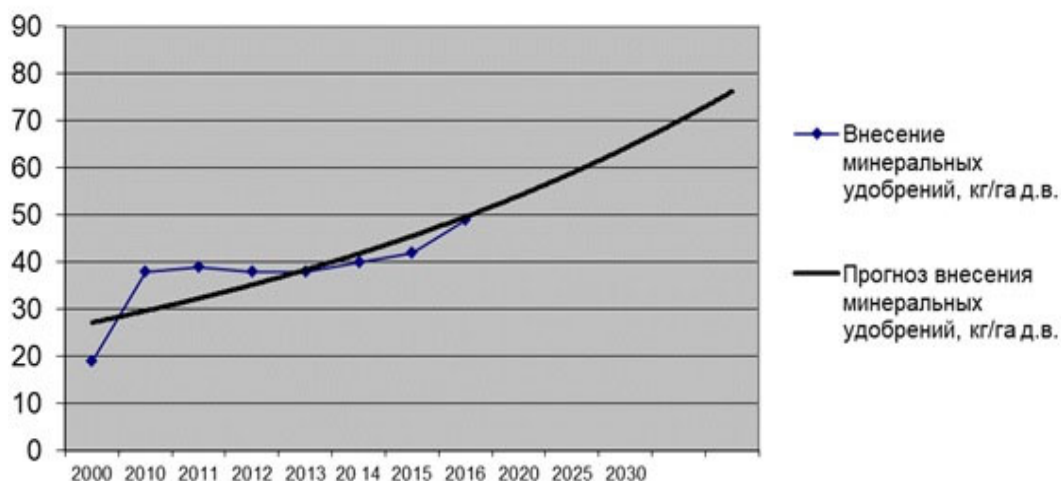


Рисунок 2 – Прогноз внесения минеральных удобрений

Согласно прогнозу, увеличение дозы внесения удобрений до 60 кг/га д.в. позволит несколько улучшить состояние баланса элементов питания, но не сможет полностью его устранить. Следовательно, необходимо еще увеличить внесение удобрений на 55-66 кг/га д.в.

Таким образом, при существующей ситуации применения органических и минеральных удобрений не позволит остановить дегумификацию почвы.

В России площадь почв, на которые необходимо периодически вносить известковые удобрения, составляет 60-65 млн. га. В последние десятилетия, в условиях отсутствия государственной поддержки известкования кислых почв и дефицита собственных средств у сельхозпроизводителей, наблюдается катастрофический рост площадей с повышенной и высокой кислотностью, что неизбежно приводит к потере продуктивности сельхозугодий (рис. 3).

Государственная поддержка масштабного известкования кислых почв позволила бы решить ряд стратегических задач обеспечения жизнеспособности страны:

- повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий и обеспечение продовольственной безопасности страны;
- действенная социально-экономическая поддержка сельскохозяйственного производства и занятого в нем населения с постепенным восстановлением его кадрово-ресурсного потенциала;
- поддержка смежных отраслей промышленности и их ориентирование на инновационные проекты по эффективному использованию отходов производства (известняковой и доломитовой муки, шлаков, золы ТЭЦ и т.д.).

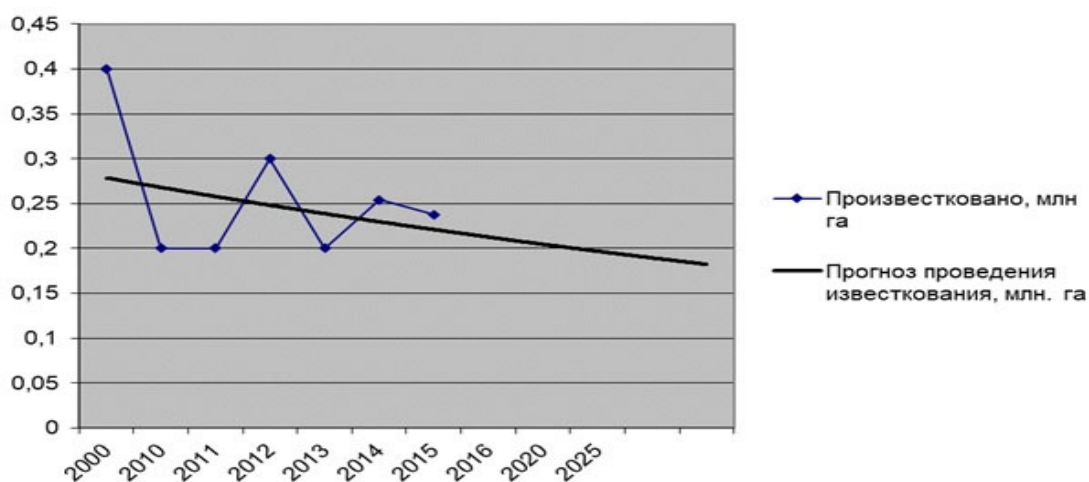


Рисунок 3 – Прогноз проведения известкования

Орошение является надежным и эффективным инструментом повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а для определенных видов растений и природных условий их произрастания – основным условием возделывания. Площадь мелиорируемых земель в Российской Федерации достигла своего максимума в 1990 г. и составляла 11,5 млн. га (9,9% от общей площади пашни), из них площадь орошаемых земель составляла 6,1 млн. га, а осушаемых – 5,4 млн., где производилось 16% растениеводческой продукции, 10 млн. т корм. ед. кормов, весь объем риса, около 6 млн. т зерна, 5,4 млн. т овощей, 1,3 млн. т картофеля. К началу 2008 г. площадь мелиорируемых сельскохозяйственных угодий сократилась до 9,1 млн. га, в том числе орошаемых – до 4,3 млн. га (на 27%) и осушаемых (осушенных) – до 4,8 млн. га (на 9%). 3,5 млн. га мелиорируемых земель характеризуется неудовлетворительным состоянием (вторичным заболачиванием, подтоплением и затоплением, вторичным засолением, зарастанием, загрязнением, деградацией и опустыниванием земель). Продуктивность орошаемого растениеводства превышает продуктивность богары всего в 1,8 раза. Осушаемые угодья по продуктивности превышают естественные всего в 1,1 раза, что нельзя признать допустимым [13].

В 1985-1990 гг. дождеванием орошалось около 4 млн. га, а к 1996 г. площади дождевого полива по разным причинам и обстоятельствам снизились до 2,5 млн. га, в 2002 г. они составили 1,56 млн. га, а к 2008 г. уменьшились до 0,9 млн. га. Ввод в эксплуатацию новоорошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель сведен к нулю, а реконструкция гидромелиоративных систем выполняется не более чем на 5-10% от потребного объема, происходит планомерное разрушение не только производственной, но и непроизводственной инфраструктуры.

В последние 25 лет фактически прекращено государственное финансирование капитальных затрат на новое строительство или реконструкцию мелиоративных объектов [8].

Тем не менее, несмотря на имеющиеся проблемы в Российской Федерации, в последние годы (2012-2017) наблюдается постепенный рост площадей ежегодно вводимых в эксплуатацию мелиорированных земель (рис. 4).

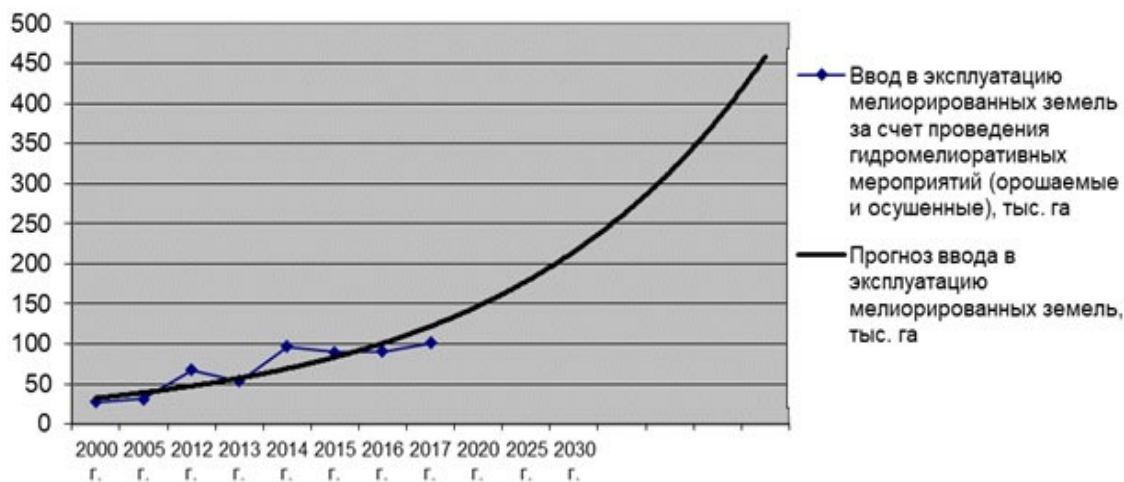


Рисунок 4 – Прогноз ввода в эксплуатацию мелиорированных земель

К началу 2017 года данный показатель достиг 90 тыс. га. По прогнозу, в 2030 году ввод мелиорируемых земель в эксплуатацию достигнет 240 тыс. га, а общая площадь мелиорированных земель – 11,5 млн. га (5 млн. га – орошаемых и 6,5 млн. га – осушаемых).

По мнению В.Н. Щедрина, для обеспечения устойчивых и высоких урожаев сельскохозяйственных культур в России необходимо иметь хотя бы 10 млн. га орошаемых и 7-8 млн. га осушаемых угодий, при желательном максимуме 25-30% от площади используемых сельхозугодий. Одной из важнейших проблем, сдерживающих рост площадей мелиорированных земель, является недостаток финансирования. Начиная с 2000 года, в стране наблюдался устойчивый рост капиталовложений в развитие мелиорации, достигнув максимума (10,8 млрд. руб.) в 2012 году (рис. 5). Однако, разразившийся экономический кризис, падение цен на нефть и обострение международных отношений привели к значительному сокращению финансирования – в 2013 году из бюджета было выделено всего 6,3 млрд. руб.

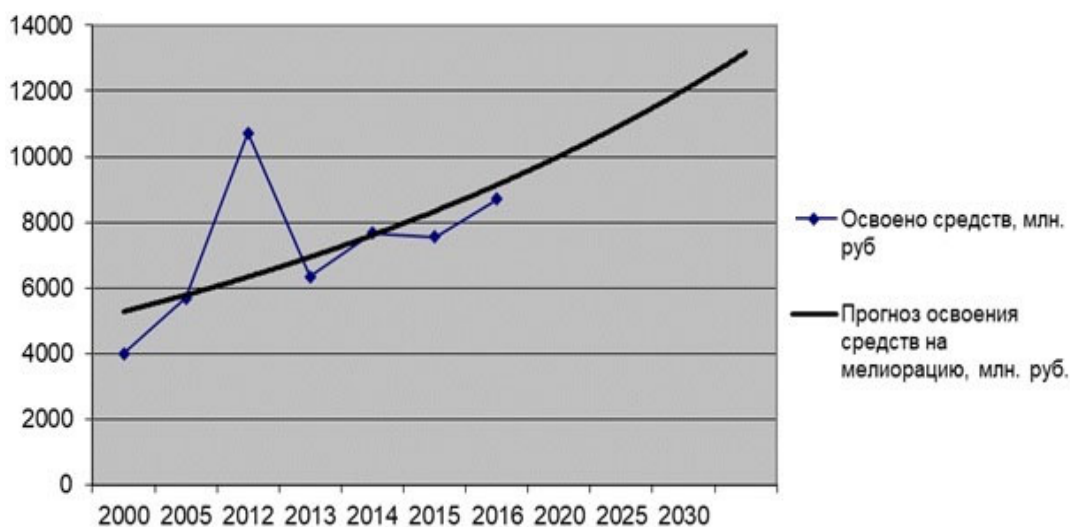
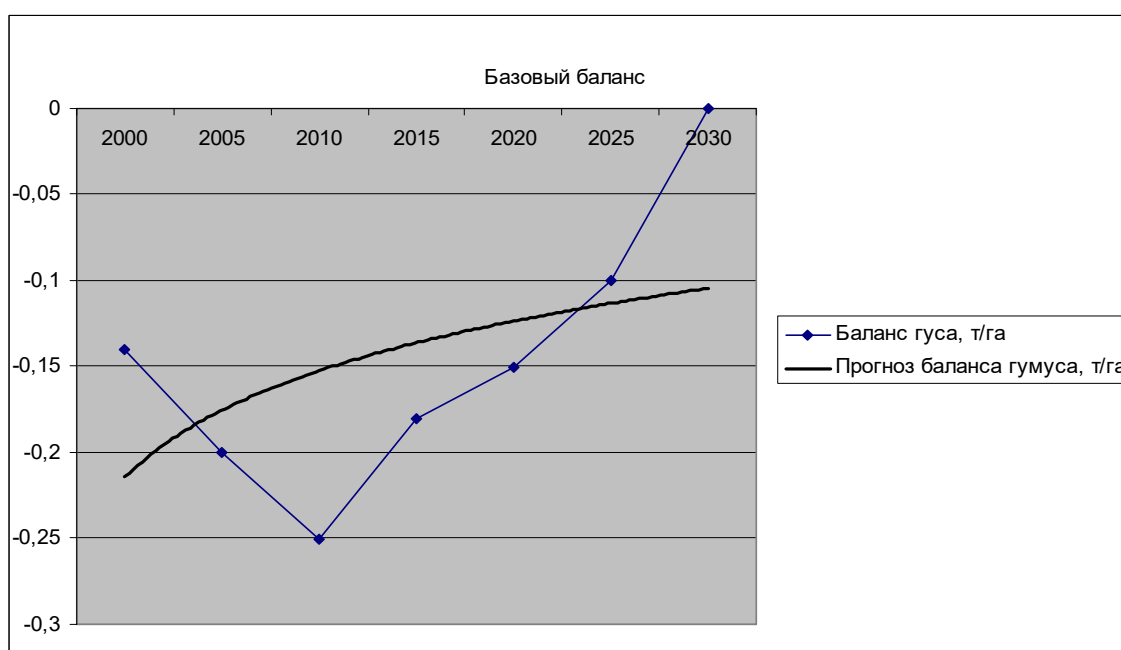
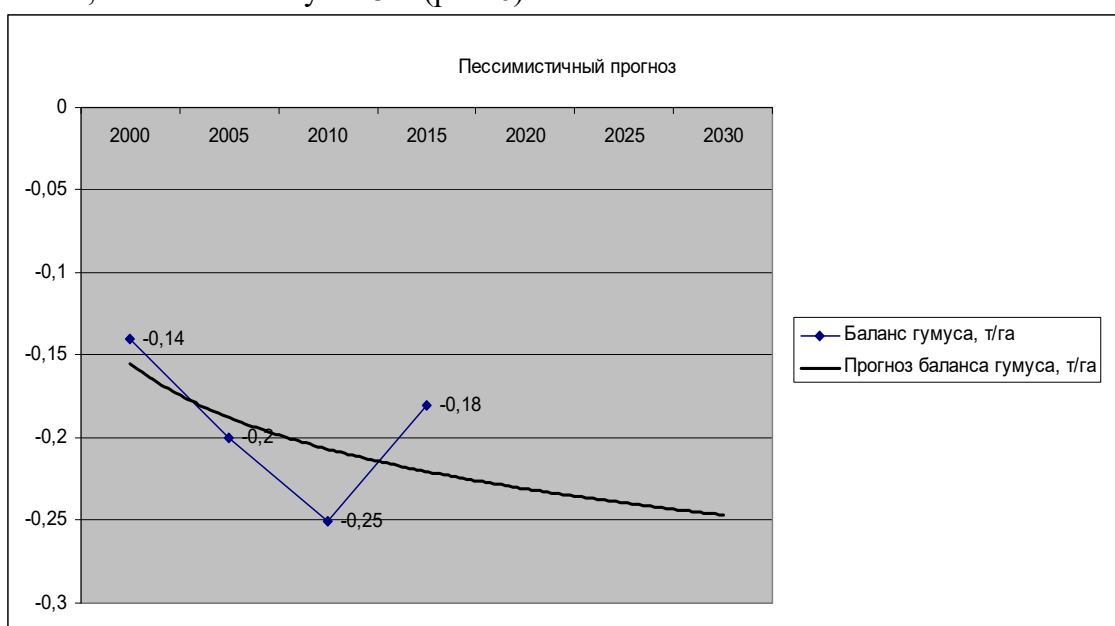


Рисунок 5 – Прогноз освоения средств на мелиорацию

В 2016 году на мелиоративные работы из федерального бюджета было выделено 7,6 млрд. руб., еще 3,1 млрд. руб. должны были составить средства региональных бюджетов. Однако фактические траты последних оказались менее 1,1 млрд. руб., что стало серьезной проблемой.

Если на перспективу сохранится наметившаяся тенденция увеличения финансирования мелиоративных работ, то к 2030 году будет выделяться около 12 млрд. руб., что составит, по разным оценкам, 25-30 % от необходимой для устойчивого развития данной отрасли суммы [8].

Пессимистический прогноз развития предполагает снижение объемов государственной поддержки на 50 %, что в денежном выражении составит около 30 млрд. руб., ослабление государственного контроля со стороны профильных департаментов МСХ РФ и соответствующих региональных ведомств, вследствие чего произойдет усиление деструктивных процессов в исследуемой сфере. При этом увеличится площадь деградированных почв, произойдет снижение плодородия земель сельскохозяйственного назначения: дефицит баланса гумуса возрастет на 32,1 %; NPK – на 15 %, что в конечном итоге приведет к деградации земель на территории 28860 тыс. га, что соответствует 13% (рис. 6).



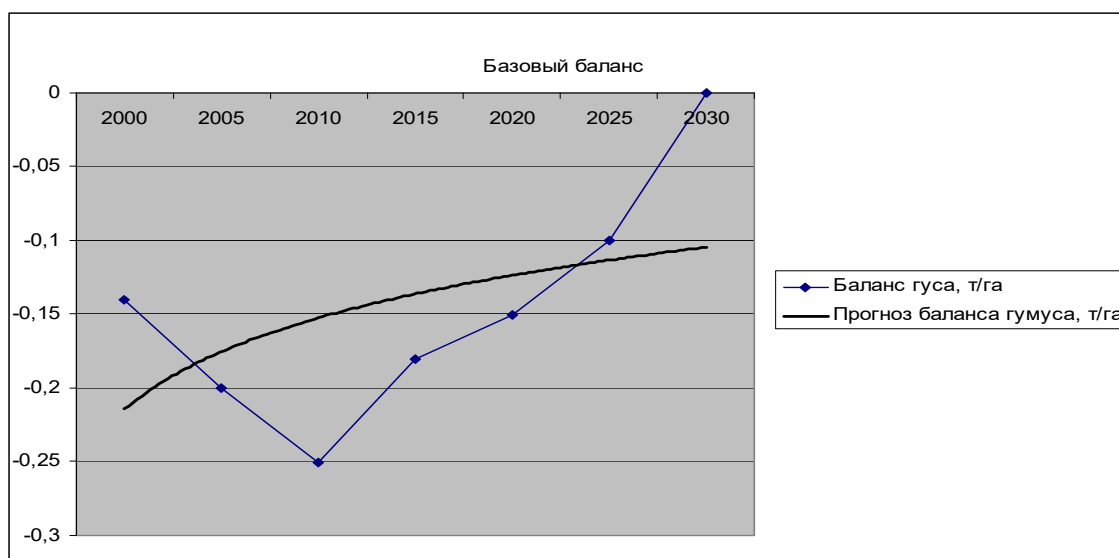


Рисунок 6 – Прогноз баланса гумуса при различных сценариях научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов.

Базовый прогноз развития предполагает использование существующих технологий:

- Технологии мониторинга агрохимических и микробиологических показателей почв сельскохозяйственных угодий;

- Технологии и оборудование для фитосанитарного контроля (в том числе дистанционного и предсказательного), обеспечения биобезопасности и контроля качества сырья и продукции растениеводства по всей цепочке создания стоимости;

- Беспроводные технологии сбора на основе сенсорных сетей и низкоэнергетической быстрой передачи больших массивов данных о состоянии сельскохозяйственных растений и животных в реальном времени;

- Технологии точного орошения, полива растений с учетом фактического уровня увлажнения и соответствия его уровня нормативным требованиям, с выбором режима полива с минимизацией расхода воды;

- Технологии высоконапорных систем для ирригации;

- Технологии капельного орошения;

- Технологии подземного орошения;

- Технологии формирования композиционных удобрений непосредственно в хозяйствах с учетом фактического состояния почв и развития растений;

- Технологии производства органических удобрений, безопасных с санитарно-эпидемиологической и экологической точек зрения;

- Технологии производства синтетических удобрений на основе экстракции ценных компонентов из океанической воды;

- Технологии индивидуального подбора состава биологических препаратов для обработки сельскохозяйственных культур на базе использования метагеномного анализа для отдельных органов растений для снижения потребности в агрохимикатах.

При этом на проектируемый период – 2017-2030 гг. прогнозируется незначительное варьирование содержания гумуса и физико-химических свойств почвы.

Оптимистический прогноз основывается на повышении стимулов к технологической модернизации и увеличению доходности сельскохозяйственной деятельности, возможен при формировании системы прогнозов и перспективных планов использования и защиты земель на всех уровнях, создании комплекса мер по мотивации государством правильного использования земель, преобразовании Государственного земельного контроля на базе сосредоточения его функций в одной государственной структуре – независимом Центре мониторинга и прогнозирования научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов,

поручив ему первым делом закончить комплектование системы мониторинга земель и применение данных результатов при формировании управленческих решений в сфере организации использования и защиты земель.

При этом необходимо внедрять:

- Технологии «больших данных» (Bigdata) и Интернета вещей в сельском хозяйстве;
- Технологии новой электроники, в первую очередь беспроводных сетей микросенсоров;
- Продвинутое технологии робототехники на основе искусственного интеллекта, роевого интеллекта, машинного обучения;
- Технологии применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве;
- Технологии локально дифференцированного внесения удобрений и применения средств защиты растений с автоматической корректировкой параметров в режиме реального времени;
- Технологии применения нано- и пикоспутников в сельском хозяйстве;
- Технологии полного автопилотирования сельскохозяйственных машин;
- Технологии безвспашного земледелия, мульчирующих обработок почв;
- Бестракторные технологии в растениеводстве (применение агромонов – стационарных установок, способных выполнять работы круглосуточно по заданной программе без присутствия человека);
- Технологии предотвращения эрозии почв, противоэрозийное земледелие, методы крошения почвы и сглаживания поверхности поля;
- Методы предотвращения засоления почв при орошении;
- Методы борьбы с опустыниванием сельскохозяйственных угодий, опасным уплотнением почв;
- Технологии предотвращения вымывания удобрений и питательных веществ из почв, профилактики эвтрофикации водоемов;
- Методы замещения химической борьбы (применение гербицидов) с сорняками агротехническими приемами;
- Технологии производства удобрений, обогащенных микроэлементами;
- Технологии внесения удобрений и применения средств защиты с учетом фактического состояния растений;
- Технологии диагностики дефицита макро- и микроэлементов в питании сельскохозяйственных растений в режиме реального времени;
- Технологии реабилитации почв, деградировавших в результате активного хозяйственного использования, в том числе истощенных, засоленных, опустыненных, уплотненных, загрязненных токсическими веществами и радионуклидами технологии для органического, биодинамического сельского хозяйства, управления цепочками поставок органической продукции, дистанционного автоматизированного контроля выполнения сертификационных требований органического сельского хозяйства;
- Технологии мелиорации земель (улучшения гидрологического режима, параметров кислотности, улучшения плодородия почв) с минимальным вмешательством в экосистемные процессы.

При этом произойдет повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения: баланс гумуса достигнет положительных значений и составит 0,08 т/га; обеспеченность элементами питания возрастёт на 11%, что, в конечном итоге, будет способствовать восстановлению земель на территории 24475 тыс. га, что соответствует 11% площади, до 70% сократится разрыв между фактической урожайностью и потенциальной продуктивностью сельскохозяйственных культур.

Заключение. На основании проведенных исследований и установленных факторов негативного влияния на процессы научно-технологического развития АПК предлагается для реализации инновационного сценария научно-технологического АПК в сфере мелиорации, и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений

и агрохимикатов необходимо обеспечить реализацию следующего комплекса нормативно-правовых, организационно-управленческих, научно-технологических мероприятий:

- рекомендовать МСХ РФ разработать «жесткую» концепцию научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, характеризующуюся использованием административных и финансово-экономических инструментов стимулирования научно-технологического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов;
- сформировать институциональную инфраструктуру рынка земли;
- принять нормативный акт и официально утвердить, что все земельные ресурсы в пределах Российской Федерации независимо от форм собственности являются национальным богатством;
- на правительственном уровне завершить преобразование структур, регулирующих земельные отношения, кадастровый учет, регистрирующих права и сделки с участками земли и организующих правильное использование земельных ресурсов;
- разработать и реализовать федеральные и территориальные программы по борьбе с опустыниванием, водной эрозией и ветровым разрушением и др.;
- предусмотреть меры ответственности физических и юридических лиц за деградацию, беспорядочное использование участков земли.

Ввести практику административной (вплоть до уголовной) ответственности за нарушения и нерациональное землепользование в виде:

- нарушение установленных правил при борьбе с болезнями и вредителями растений;
- порча земель сельскохозяйственного назначения – экологическое преступление, заключающееся в отравлении, загрязнении или ином воздействии на почву веществами, такими как удобрения, стимуляторы роста растений, ядохимикаты и другие опасные химические и биологические вещества.

Библиография

1. Волков С.Н. Институциональные основы научно-технологического прогнозирования в АПК: монография // С.Н. Волков, В.В. Вершинин, А.В. Турьянский, А.Ф. Дорофеев, С.А. Линков. – М.– Белгород: издательство «КОНСТАНТА», типография ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – 238 с.
2. Волков С.Н. Концептуальные основы научно-технологического прогнозирования в АПК: монография / С.Н. Волков, В.В. Вершинин, А.В. Турьянский и др. – М.– Белгород: издательство «КОНСТАНТА», типография ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – 271 с.
3. Государственный доклад о состоянии и охране среды Российской Федерации в 2008 г. – М.: ООО «РусКонсалтинг Групп», 2009. – 50 с.
4. Добровольский Г.В. Тихий кризис планеты // Вестник РАН. – 1997. – №3. – С. 313-319.
5. Ефимова Л.А. Экологические аспекты применения удобрений на черноземе типичном юго-западной части Центрально-черноземного региона / Л.А. Ефимова, Т.С. Морозова, С.Д. Лицуков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 1 (13). – С. 81-88.
6. Информационные технологии в системе точного земледелия / А.В. Акинчин, Л.В. Левшаков, С.А. Линков, В.В. Ким, В.В. Горбунов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 9. – С. 16-21.
7. Керженцев А.С. Другой земли у нас нет / А.С. Керженцев, Ю.А. Кузьменчук // Вестник РАН. – 2009. – №2. – Т.79. – С. 8-15.
8. Колганов А.В. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России: информ. издание / А.В. Колганов, Н.А. Сухой, В.Н. Шкура и др.. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 220 с.
9. Котлярова Е.Г. Динамика органического вещества почвы в системе ландшафтного земледелия / Е.Г. Котлярова // Земледелие. – 2015. – № 3. – С. 20-24.
10. Кузнецова Л.Н. Комплекс агроприемов как фактор почвенного плодородия / Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин // Белгород, 2014. – 135 с.
11. Линков С.А. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев // Белгород, 2016. – 197 с.
12. Ореховская А.А. Воспроизводство плодородия чернозема типичного в условиях биологизации земледелия / А.А. Ореховская, Т.А. Ореховская, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. – С. 43-44.
13. Щедрин В.Н. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. – В 2 ч. – Ч. 1. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 283 с.

References

1. Volkov S.N. *Institutsionalnye osnovy nauchno-tekhnologicheskogo prognozirovaniya v APK: monografiya* // S.N. Volkov, V.V. Vershinin, A.V. Tur'yanskiy, A.F. Dorofeev, S.A. Linkov. – M.– Belgorod: izdatel'stvo «KONSTANTA», tipografiya FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2019. – 238 s.
2. Volkov S.N. *Kontseptualnye osnovy nauchno-tekhnologicheskogo prognozirovaniya v APK: monografiya* // S.N. Volkov, V.V. Vershinin, A.V. Tur'yanskiy i dr. – M.– Belgorod: izdatel'stvo «KONSTANTA», tipografiya FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2020. – 271 s.
3. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i okhrane sredey Rossiyskoy Federatsii v 2008 g. – M.: OOO «Rus-Konsalting Grupp», 2009. – 50 s.
4. Dobrovolskiy G.V. Tikhyy krizis planety // *Vestnik RAN.* – 1997. – №3. – S. 313-319.
5. Efimova L.A. *Ekologicheskie aspekty primeneniya udobreniy na chernozeme tipichnom yugo-zapadnoy chasti Tsen-tral'no-chernozemnogo regiona* / L.A. Efimova, T.S. Morozova, S.D. Litsukov // *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy.* – 2017. – № 1 (13). – S. 81-88.
6. *Informatsionnye tekhnologii v sisteme tochnogo zemledeliya* / A.V. Akinchin, L.V. Levshakov, S.A. Linkov, V.V. Kim, V.V. Gorbunov // *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.* – 2017. – № 9. – S. 16-21.
7. Kerzhentsev A.S. *Drugoy zemli u nas net* / A.S.Kerzhentsev, Yu.A.Kuz'menchuk // *Vestnik RAN.* – 2009. – №2. – T.79. – S. 8-15.
8. Kolganov A.V. *Razvitie melioratsii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v Rossii: inform. izdanie* / A.V. Kolganov, N.A. Sukhoy, V.N. Shkura i dr.. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2016. – 220 s.
9. Kotlyarova E.G. *Dinamika organicheskogo veshchestva pochvy v sisteme landshaftnogo zemledeliya* / E.G. Kotlyarova // *Zemledelie.* – 2015. – № 3. – S. 20-24.
10. Kuznetsova L.N. *Kompleks agropriemov kak faktor pochvennogo plodorodiya* / L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin // *Belgorod,* 2014. – 135 s.
11. Linkov S.A. *Izmeneniye plodorodiya pochvy v zavisimosti ot faktorov intensifikatsii zemledeliya* / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryayev // *Belgorod,* 2016. – 197 s.
12. Orekhovskaya A.A. *Vosproizvodstvo plodorodiya chernozema tipichnogo v usloviyakh biologizatsii zemledeliya* / A.A. Orekhovskaya, T.A. Orekhovskaya, A.G. Stupakov, M.A. Kulikova // *V sbornike: Problemy i perspektivy inno-vatsionnogo razvitiya agrotekhnologiy. Materialy XX Mezhdunarodnoy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii.* 2016. – S. 43-44.
13. Shchedrin V.N. *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya* / V.N. Shchedrin, A.V. Kolganov, S.M. Vasil'yev, A.A. Churaev. – V 2 ch. – Ch. 1. – Novocherkassk: Gelikon, 2013. – 283 s.

Сведения об авторах

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. E-mail: linkovserg@yandex.ru, телефон 8(4722) 39-26-68.

Акинчин Александр Владимирович, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, телефон 8(4722) 39-26-68.

Колесниченко Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон 8(4722) 39-26-68.

Морозова Тамара Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон 8(4722) 39-26-68.

Information about authors

Linkov Sergey Aleksandrovich, candidate of agricultural Sciences, docent of the agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone 8(4722) 39-26-68.

Akinchin Aleksandr Vladimirovich, candidate of agricultural Sciences, docent of the agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone 8(4722) 39-26-68.

Kolesnichenko Elena Yurievna, candidate of biology, docent of the agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone 8(4722) 39-26-68.

Morozova Tamara Sergeevna, candidate of agricultural Sciences, senior lecturer of the agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone 8(4722) 39-26-68.

ИЗУЧЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СОРТА ВИШНИ ТУРГЕНЕВКА В ПЕРИОД ЗИМНИХ ОТТЕПЕЛЕЙ

Аннотация. Изучение устойчивости садовых культур к неблагоприятным абиотическим факторам зимнего периода является приоритетным направлением научных исследований, поскольку недостаточная зимостойкость может свести на нет любые преимущества сортов по другим признакам. В связи с этим в условиях средней полосы России исследования по устойчивости садовых культур к морозам в период оттепелей сохраняют свою актуальность. Исследования проводили на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ ВНИИСПК в 2017-2018 годы. Объектом исследований служил сорт вишни Тургеневка на новых клоновых подвоях селекции института. Для искусственного промораживания в начале декабря заготавливали опытный материал для определения III (способность сохранять морозостойкость в период оттепели) и IV (способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалки после оттепелей) компонентов морозостойкости. Цель исследований – изучить морозостойкость в период зимних оттепелей привойно-подвойных комбинаций сорта вишни Тургеневка методом искусственного промораживания и выделить из них наиболее морозостойкие. В результате искусственного промораживания сорт вишни Тургеневка характеризовался морозостойкостью вегетативных почек и тканей однолетних побегов в период зимней трехдневной оттепели +2°C при резком снижении температуры до -25°C (III компонент морозостойкости). При этом показана наибольшая морозостойкость генеративных почек у сорта Тургеневка на подвоях 74340, 82987. После трехдневной оттепели +2°C и повторной закалки при последующем снижении температуры до -30°C в марте (IV компонент морозостойкости) сорт вишни Тургеневка на подвоях 74332, 74363, 82987 характеризовался морозостойкостью вегетативных почек, коры и древесины однолетних побегов. При этом у изучаемых привойно-подвойных комбинаций выявлена низкая морозостойкость генеративных почек. У изучаемого сорта на подвое 82987 был выявлен наибольший процент живых цветковых зачатков. Проведенные исследования позволили выявить, что сорт Тургеневка на подвое 82987 обладает наибольшим потенциалом морозостойкости в период зимних оттепелей.

Ключевые слова: вишня, сорт, клоновый подвой, искусственное промораживание, морозостойкость

STUDY OF FROST RESISTANCE OF CHERRY VARIETIE TURGENEVKA IN DURING WINTER THAWS

Abstract. The study of the resistance of garden cultures to unfavorable abiotic factors of the winter period is a priority direction of scientific studies, because the low winter hardiness can annul advantages the varieties on other signs. Concerning in the middle zone of Russia, studies on the resistance of garden crops to frost during the thaw period remain relevant. The studies were carried out in the laboratory of physiology of fruit plant resistance at VNIISPК in 2017-2018. The object of research was the Turgenevka cherry variety on new clonal rootstock of the Institute breeding were studied. For artificial freezing in early December the material was prepared for III and IV components of frost hardiness. The purpose of the research was to study the frost resistance during the winter thaw of the scion-rootstock combinations of the Turgenevka cherry variety by artificial freezing and isolate the most frost-resistant ones from them. As a result of artificial freezing, the Turgenevka cherry variety was characterized by frost resistance of vegetative buds and tissues of annual shoots during a three-day winter thaw of + 2°C with a sharp decrease in temperature of -25°C (III component of frost resistance). In this case, the highest frost resistance of the generative buds of the Turgenevka variety on rootstock 74340, 82987 is shown. After a three-day thaw of +2°C and repeated hardening with a subsequent decrease in temperature to -30°C in March (IV frost resistance component), the Turgenevka cherry variety on the rootstock 74332, 74363, 82987 was characterized by frost resistance of vegetative buds, bark and wood of annual shoots. Moreover, in the studied scion-rootstock combinations, low frost resistance of the generative kidneys was revealed. Only in the studied variety on the rootstock 82987 was the largest percentage of living flower primordia revealed. The conducted studies revealed the Turgenevka variety in a rootstock of 82987 with the greatest potential for frost resistance during the winter thaws.

Keywords: cherry, cultivar, clone rootstocks, artificial freezing, frost hardiness.

Введение. Вишня – ценная плодовая культура, которая характеризуется высокой урожайностью, скороплодностью и другими хозяйственно-биологическими свойствами [1, 2]. В средней полосе России вишня распространена широко в любительском садоводстве, однако в производственных насаждениях её доля невелика. Это в значительной степени обусловлено неблагоприятным воздействием факторов окружающей среды [3]. Характерной особенностью

вишни является недостаточная зимостойкость генеративных почек, что в суровые зимы приводит к их вымерзанию. Это существенно сказывается на будущем урожае, вплоть до его полной потери [3,4].

Определение потенциала устойчивости садовых культур к стрессорам зимнего периода является приоритетным направлением научных исследований, поскольку недостаточная зимостойкость может свести на нет любые преимущества сортов по другим признакам [5,6]. В последние годы в европейской части России все большую актуальность приобретают исследования способности садовых культур сохранять устойчивость к морозам в период оттепелей и после них [7,8]. Оттепели становятся более частыми и продолжительными. В средней полосе России в январе и феврале на 55% увеличилось число дней с оттепелями [9]. Когда наступает оттепель, физиологическое состояние растений меняется. Под воздействием положительных температур растения могут несвоевременно выйти из состояния покоя, что приводит к активации ферментативных процессов дыхания, к изменениям в водном режиме и запасных веществах, их расходу [10]. Эти условия ведут к нарушению гомеостаза и снижению морозостойкости растений, что приводит не только к потере продуктивности, но и гибели растений [11,8]. Так в Тамбовской области длительные оттепели в зимний период 2001/2002, 2004/2005 гг. спровоцировали ранний выход растений вишни из состояния глубокого покоя (II декада декабря), что привело к потере устойчивости даже к незначительным понижениям температуры до -10° ... -15°C [12].

При выращивании вишни можно достичь стабильного плодоношения путём использования привойно-подвойных комбинаций [13,14] с повышенным запасом зимостойкости [15,16]. Одной из важнейших условий успешного производства вишни является правильный подбор подвоя. Подвой является важным компонентом интенсивного садоводства из-за их способности адаптировать тот или иной сорт к определенным почвенно-климатическим условиям региона [17, 18]. Отмечено влияние клоновых подвоев на рост и продуктивность, на вкус и величину плодов, а также на способность сохранять морозостойкость в период оттепели и способность восстанавливать морозостойкость после оттепели и повторной закалки сортов вишни [19, 20, 21, 14, 22, 23]. Несмотря на проведенные изучения подвоев вишни [24, 25], до сих пор не хватает информации по выбору подвоев в регионах возделывания.

Цель исследований – изучить морозостойкость новых привойно-подвойных комбинаций сорта вишни Тургеневка в период зимних оттепелей методом искусственного промораживания и выделить из них наиболее морозостойкие.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ ВНИИСПК в 2017-2018 годах. Объектами исследований служил сорт вишни Тургеневка, растущий на новых клоновых подвоях селекции института. Стандарт – Тургеневка/Рубин. Год посадки опытного участка – 2011 год. Схема посадки – 5×2 м. Междурядье и приствольная зона – естественное залужение. Сорт Тургеневка (Жуковская свободное опыление) выведен во ВНИИСПК. Дерево средней силы роста. В пору плодоношения вступает на 4-5 год. Зимостойкость дерева высокая, цветковых почек средняя. К коккомикозу средневосприимчив. Сорт среднего срока созревания. Плоды крупные, массой 4,5 г. Введен в Государственный реестр по Центральному, Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому региону. Подвой Рубин (Золушка х вишня Маака) выведен во ВНИИСПК. Среднерослый клоновый подвой. Хорошо размножается зелеными черенками и семенами. Дерево среднерослое, прямостоячее. Окореняемость зеленых черенков до 90%. Физиологическая совместимость с районированными сортами хорошая. Возможно размножение в качестве семенного подвоя. Зимостойкость высокая, устойчив к коккомикозу. Растения на подвое Рубин раньше вступают в плодоношение. Средняя урожайность 70-90 ц/га. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному региону.

Заготавливали материал в начале декабря в слабоморозную погоду. Срезали 10 многолетних веток каждой привойно-подвойной комбинации вишни. По 5 веток на каждый компонент, их помещали в полиэтиленовые пакеты. Одна ветка – 1 повторность. Хранили опытный материал в холодильном шкафу CV 114-S (Polair, Россия) при температуре -3°C до середины

января (III компонент морозостойкости) и до февраля (IV компонент морозостойкости). Закаливание и моделирование повреждающих факторов зимнего периода проводили в климатической камере PSL-2КРН (Espec, Япония), основываясь на общепринятую методику [11]. Показатель морозостойкости определяли в период трехдневной оттепели +2°C после понижения температуры до -25°C (III компонент зимостойкости) в феврале. Определение устойчивости к повторным морозам -30°C (IV компонент зимостойкости) провели после трехдневной оттепели +2°C и повторной закалки в марте. Скорость снижения температуры промораживания – 5°/час. Экспозиция промораживания – 8 часов. После промораживания проводили отращивание многолетних веток в сосудах с водой и по степени побурения органов и тканей оценивали повреждения на продольных и поперечных срезах по шкале: от 0,0 баллов – повреждений нет, ... до 5,0 – почки и ткань погибли [11]. Статистическую обработку результатов выполняли методом дисперсионного анализа [26]. При расчете НСР результаты искусственного промораживания генеративных органов вишни (% живых цветковых зачатков) преобразовали через угол-арксинус $\sqrt{\%}$.

Результаты и их обсуждение. Зимние оттепели существенно снижают морозостойкое состояние садовых растений, что впоследствии может привести к их гибели. Способность сортов вишни сохранять устойчивость к морозам во время оттепелей (III компонент морозостойкости) имеет большое значение, особенно на фоне затяжных оттепелей в условиях региона [11]. Растения, вышедшие из периода органического покоя, теряют морозоустойчивость во время оттепелей из-за утраты закаленного состояния в процессе роста. Повреждаются в первую очередь почки, кора и камбий, т.е. ткани, состоящие из богатых протоплазмой, активных метаболических клеток, по сравнению с древесиной [27].

По результатам наших исследований вегетативные почки у сорта Тургеневка на клоновых подвоях 82987, 74340, 74363 подмерзли незначительно (не более 1,0 балла) на уровне стандарта Тургеневка/Рубин. Существенно уступала стандарту по подмерзанию вегетативных почек Тургеневка на подвое 74332. У данной привойно-подвойной комбинации вегетативные почки подмерзли на 1,4 балла, что указывает на начало их ростовой активности под воздействием положительной температуры (табл.1). Кора (балл подмерзания – от 0,0 до 0,9 балла) и древесина (балл подмерзания – от 0,0 до 0,2 балла) повредились незначительно после резкого перепада температуры от +2°C до -25°C в феврале у Тургеневки на подвоях 82987, 74340, 74363. Несколько уступала стандарту по подмерзанию коры однолетних побегов изучаемая комбинация Тургеневка / 74332 (1,0 балл). Древесина не всегда сохраняет морозостойкость во время оттепели. Однако при воздействии положительных температур древесина в последнюю очередь теряет закаленное состояние, что хорошо видно и по результатам наших исследований. Практически у всех образцов древесина однолетних побегов не повредилась вследствие резкого понижения температуры до -25°C после трехдневной оттепели +2°C. В целом анализируя полученные данные следует отметить, что в период вынужденного покоя изучаемые привойно-подвойные комбинации характеризовались способностью сохранять морозостойкое состояние при -25°C в период трёхдневной оттепели +2°C (III компонент морозостойкости) как вегетативных почек, так и тканей однолетних побегов (табл. 1). При этом отмечено существенное различие между привойно-подвойными комбинациями по степени повреждения вегетативных почек и коры на 5 % уровне значимости, тогда как на морозостойкость древесины изучаемого сорта клоновые подвои не оказывали существенного влияния.

Таблица 1 - Степень повреждения вегетативных почек и тканей однолетних побегов сорта вишни Тургеневка морозом в период оттепели (среднее значение за 2017-2018 гг.)

Подвой	Степень подмерзания, балл		
	III компонент морозостойкости		
	вегетативные почки	кора	древесина
82987	0,7	0,1	0,2
74332	1,4	1,0	0,0
74340	0,9	0,2	0,0
74363	0,8	0,2	0,0
Рубин - st.	0,7	0,2	0,0
НСР _{0,5}	0,3	0,3	F _φ <F _т

Для плодовых растений важно быстро восстанавливать закалку после оттепели и при этом выдерживать возвратные морозы. Оттепели в марте очень опасны для растений вишни, так как растения находятся в вынужденном покое. Постепенное снижение температуры после оттепели способствует восстановлению закаленного состояния почек и коры. Древесина не успевает восстанавливать устойчивость, т.к. более инертна, хотя и снижает ее в меньшей степени. Поэтому в закаленном состоянии от мороза чаще страдает древесина, тогда как после оттепелей сильнее повреждаются кора, камбий и почки.

В конце зимы морозостойкость привойно-подвойных комбинаций вишни несколько снижается при воздействии температуры -30°C после трехдневной оттепели $+2^{\circ}\text{C}$ и повторной закалки (IV компонент морозостойкости). У сорта Тургеневка на подвоях 82987, 74332, 74363 выявили обратимые повреждения вегетативных почек в пределах – от 1,2 до 1,9 балла (табл.2). Тургеневка на подвое 74340 значительно уступила по способности восстанавливать морозостойкость вегетативных почек после трехдневной оттепели и повторной закалки стандарту Тургеневка / Рубин. У данной привойно-подвойной комбинации отметили средний балл подмерзания вегетативных почек однолетних побегов. Наибольший балл подмерзания коры однолетних побегов был отмечен у изучаемого сорта, который в саду произрастает на подвойной форме 74340. Кора однолетних побегов вишни при этом характеризовалась большей способностью восстанавливать закаленное состояние после оттепели в конце зимы, чем древесина. По повреждению древесины однолетних побегов сорт Тургеневка на подвоях 74332, 74363 был ниже уровня стандарта Тургеневка / Рубин. У изучаемого сорта на подвое 74340 отметили среднюю способность восстанавливать морозостойкость древесины на уровне стандарта после оттепели $+2^{\circ}\text{C}$ и повторной закалки в конце зимы. Анализ результатов искусственного промораживания показал существенные различия между привойно-подвойными комбинациями по повреждению возвратным морозом -30°C вегетативных почек, коры и древесины на 5 % уровне значимости после трехдневной оттепели $+2^{\circ}\text{C}$ и повторной закалки.

Таблица 2 - Степень повреждения почек и тканей однолетних побегов сорта вишни Тургеневка возвратным морозом после оттепели (среднее значение за 2017-2018 гг.)

Подвой	Степень подмерзания, балл		
	IV компонент морозостойкости		
	вегетативные почки	кора	древесина
82987	1,9	0,9	2,0
74332	1,2	0,4	1,2
74340	2,4	1,3	2,3
74363	1,6	0,6	1,6
Рубин - st.	1,6	0,6	2,2
НСР _{0,5}	0,5	0,5	0,3

По результатам двухлетних исследований установлено, что в период вынужденного покоя генеративные почки вишни подмерзли в период зимних оттепелей в большей степени, чем вегетативные. Это объясняется тем, что продолжительность органического покоя у цветковых почек меньше, чем вегетативных, поэтому они раньше выходят из него и быстрее реагируют на потепления в конце зимы. Вследствие этого положительные температуры в конце зимы – начале весны привели к активации ростовых процессов в генеративных органах и при дальнейшем снижении температуры они подмерзли в разной степени. Известно также, что у вишни генеративные почки зимуют в более дифференцированном состоянии, чем, например, у яблони, поэтому они сильнее повреждаются морозами, наступающими после оттепелей [28]. Цветковые зачатки косточковых культур в зимний период погибают вследствие замерзания внутри их клеток глубоко переохлажденной воды, и лед распространяется на все клетки зачатка. Вследствие этого зачаток либо сохраняется, либо погибает [11].

По результатам наших исследований наибольший процент сохранившихся живых цветковых зачатков (от 74,3,0 до 79,4 %) в период трехдневной оттепели $+2^{\circ}\text{C}$ в феврале при резком понижении температуры до -25°C (III компонент морозостойкости) отметили у изучаемого сорта.

мого сорта, привитого на подвойных формах 82987, 74340. В марте после трехдневной оттепели +2°C и повторной закалки при последующем снижении температуры до -30°C (IV компонент морозостойкости) у сорта вишни Тургеневка на подвоях 74332, 74340, 74363, генеративные почки погибли, также, как и у стандарта Тургеневка / Рубин. Только у привойно-подвойной комбинации Тургеневка / 82987 было выявлено 27,0 % живых цветковых зачатков (табл. 3).

Таблица 3 - Процент живых цветковых зачатков привойно-подвойных комбинаций вишни после искусственного промораживания (2017-2018 гг.)

Сорт	Подвой	III компонент		IV компонент	
		% живых цветковых зачатков	угол-арксинус $\sqrt{0\%}$	% живых цветковых зачатков	угол-арксинус $\sqrt{0\%}$
Тургеневка	82987	74,3	59,5	27,0	31,2
	74332	0,0	0,0	0,0	0,0
	74340	79,4	63,0	0,0	0,0
	74363	0,0	0,0	0,0	0,0
	Рубин - st.	23,5	29,0	0,0	0,0
НСР _{0,5}			10,9		2,5

Выводы. Известно, что под влиянием подвоя изменяется зимостойкость плодовых деревьев. Подвой оказывает прямое и косвенное влияние на зимостойкость привоя, оказывая действие на продолжительность роста и интенсивность процессов его жизнедеятельности [18]. В результате искусственного промораживания следует отметить, что в период вынужденного покоя изучаемые привойно-подвойные комбинации вишни характеризовались морозостойкостью вегетативных почек, коры и древесины. Достаточно высокой способностью сохранять морозостойкость вегетативных почек, коры и древесины однолетних побегов в период зимней оттепели характеризовался сорт Тургеневка на подвоях 82987, 74340, 74363. Тургеневка на подвоях 82987, 74332, 72363 проявила способность восстанавливать морозостойкость вегетативных почек, коры и древесины однолетних побегов после оттепели и повторной закалки в начале весны. Следует отметить, что древесина медленнее восстанавливала устойчивость к возвратным морозам в конце зимы, т.к. более пассивна, чем кора и камбий (состоящие из активных метаболических клеток). При этом зафиксировано неодинаковое влияние положительной температуры на морозостойкость изученных привойно-подвойных комбинаций. В зависимости от периода зимы устойчивость почек, древесины и коры различна. Так весной (март) оттепели усиливали реакцию генеративных, вегетативных почек и тканей изученных привойно-подвойных комбинаций вишни, чем оттепели в зимний период (февраль).

Почки и прилегающие к ним ткани, повреждаются сильнее, чем остальные ткани побега, особенно во вторую половину зимы. Слабую морозостойкость почек М.Н. Моисеева [29] объясняет наличием в хлорофиллоносных тканях фитогормонов. Во время оттепелей количество их увеличивается, что приводит к активации их жизнедеятельности и при небольшом возвратном похолодании приводит к гибели цветковых почек [28]. Низкая зимостойкость цветковых почек вишни во многом связана с их коротким периодом физиологического покоя. В ходе зимовки генеративные почки проходят фазы органического покоя, но даже в покоящихся почках можно обнаружить процессы дыхания, происходит переход одних форм запасных веществ (крахмал) в другие (сахара). В зимнее время в генеративных почках также продолжают процессы дифференциации элементов цветка [30]. Согласно нашим данным в феврале изучаемый сорт на подвоях 82987, 74340 был способен сохранять морозостойкость генеративных органов на достаточно высоком уровне после резкого понижения температуры во время зимней оттепели. Однако несмотря на то, что в марте изучаемые привойно-подвойные комбинации вишни проходили повторную закалку после трехдневной оттепели живые цветковые зачатки сохранились только у одной комбинации Тургеневка / 82987. В период вынужденного покоя рост растений зависит от погодных условий, главным образом, от температуры. По-

этому результате моделирования трехдневной оттепели в начале весны привело к началу ростовых процессов в генеративных органах, а последующее понижение температуры вызвало их сильное подмерзание у изученных привойно-подвойных комбинаций вишни.

Таким образом, проведенные исследования позволили выделить сорт Тургеневка на клоновом подвое 82987, обладающий наибольшим потенциалом морозостойкости генеративных и вегетативных почек, коры и древесины в период зимних оттепелей по сравнению с другими изученными привойно-подвойными комбинациями вишни.

Библиография

1. Кузнецова Л.А. Хозяйственно-биологические особенности новых сорто-подвойных комбинаций вишни в питомнике: автореф. дис. канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2011. 22 с.
2. Кушниренко М.Д. Зимостойкость плодовых растений. Физиология сельскохозяйственных растений. М.: Московский университет, 1968. Т. X. С.212-244.
3. Тюрина М.М., Гоголева Г.А., Ефимова Н.В., Голоулина Л.К., Морозова Н.Г., Эчедеи Й.Й., Волков Ф.А., Арсеньев А.П., Матяш Н.А. Определения устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях. М., 2002. 120 с.
4. Дегтярева О.А. Период покоя и зимостойкость вишни в условиях Тамбовской области / О.А. Дегтярева. Научные основы эффективного садоводства. Мичуринск - Научоград РФ, 2006. С.274-283.
5. Rakonjac V., Nikolić D., Fotirić-Aksić M. and Čolić S. Rootstock and interstock influence on vigor, fruit and leaf properties of sour cherry cultivars. *Acta Horticulturae*. 2016; (1139): 231-236. <https://doi.org/10.17660/Acta-Hortic.2016.1139.40>
6. Webster, A.D. (1995). Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 1995; 23(4): 373–382. <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.1995.9513913>
- 7.. Морозова Н.Г., Каргашова О.Н., Харин А.Е. Особенности зимостойкости сортов вишни и черешни в условиях Подмосковья. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2006; (16): С. 177-179.
8. Упадышева Г.Ю., Минаева Н.А. Продуктивность деревьев сливы на клоновых подвоях. *Садоводство и виноградарство*. 2008; (4): С. 4-7.
9. Holb, I.J., and Schnabel, G. (2005). Effect of fungicide treatments and sanitation practices on brown rot blossom blight incidence, phytotoxicity, and yield for organic sour cherry production. *Plant Dis*. 2005; 89 (11), 1164–1170. <http://dx.doi.org/10.1094/PD-89-1164>
10. Lang, G., Howell, W., Ophardt, D., and Mink, G. Biotic and abiotic stress responses of interspecific hybrid cherry rootstocks. *Acta Hort.* 1997; (451): 217–224. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.451.22>.
11. Колпаков Н.С. Агробиологическая оценка сорто-подвойных комбинаций в нечерноземной зоне России: автореф. дис. канд. с.-х. наук. М., 2006. 23 с.
12. Ожерельева З.Е. Оценка хозяйственно-биологических признаков сортообразцов вишни и черешни на юге Нечерноземья: дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2001. 193 с.
13. Упадышева Г.Ю., Колпаков Н.С. Ростовые процессы у деревьев вишни различных сорто-подвойных комбинаций. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2003; (X): С. 323-331.
14. Jiménez, S., Pinochet, J., Gogorcena, Y., Betran, J.A., and Moreno, M.A. Influence of different vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 2007; 112(1): 73–79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.010>
15. Wociór S. The effect of rootstocks on the growth and yielding of sour cherry cv. 'Łutowka. *Acta Agrobotanica*. 2008; 61(1): 123-127.
16. Usenik, V., Fajt, N., Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Stampar, F., and Veberic, R. (2010). Sweet cherry pomological and biochemical characteristics influenced by rootstock. *J. Agric. Food Chem.* 2010; 58(8): 4928-4933. <http://dx.doi.org/10.1021/jf903755b>
17. Dencker I., Told am-Andersen T. B. Effects of rootstock, winter temperature and potassium fertilization on yield components of young sour cherries. *Acta Hort.* 2005; (667): 409-414.
18. Nyeki J., Szabo Z., Szabo P. Fertility of sour cherry varieties selected in Hungary. *Acta Hort.* 2005; 667: 403-405.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
20. Данилова А.А. Особенности компонентов зимостойкости у новых сортов яблони. Диссертация на соискание ученой степени канд. с.-х. наук. М., 2011. 162 с.
21. Соловьева М.А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания. М.: Колос, 1967. 239 с.
22. Моисеева М.Н. До питания про ріст і розвиток бруньок деревних порід. *Укр. Бот. Журнал. Вид. АНД УРСР*. 1959.
23. Колесникова А.Ф. Вишня. Черешня. Харьков: Фолио. М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. 238 с.
24. Куперман Ф.М. Биология развития растений. М.: Высшая школа, 1963. 424 с.
25. Ториков В.Е., Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф. Перспективы развития садоводства в Брянской области. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015; (5): С. 3-8.

26. Кичина В.В. Принципы улучшения садовых растений. М., 2011. 528 с.
27. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение сорто-подвойных комбинаций яблони по компонентам зимостойкости. Современное садоводство. 2013; 4(8): С. 1-10.
28. Ozherelieva Z.E., Prudnikov P.S., Bogomolova N.I. Frost hardiness of introduced sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) genotypes in central Russia. Proceedings of Latvian Academy of sciences. Section B. 2016; 70; 2 (701): 88-95. doi: 10.1515/prolas-2016-0014.
29. Ozherelieva Z., Sedov E. Low temperature tolerance of apple cultivars of different ploidy at different times of the winter // Proceedings of Latvian Academy of sciences. Section B. 2017; 71; 3(708): 127-131. doi: 10.1515/prolas-2017-00223.
30. Хаустович И.П., Хубулов Г.Д. Изменение климата и необходимость совершенствования сортимента и агротехники выращивания садовых культур в ПЧР. Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России. Орел: ВНИИСПК, 2008. С. 270-274.

References

1. Kuznetsova L.A. Economic and biological features of new variety-rootstock combinations of cherry in the nursery: author. dis. Cand. s.-kh. sciences. Michurinsk, 2011.22 p.
2. Kushnirenko M.D. Winter hardiness of fruit plants. Physiology of agricultural plants. Moscow: Moscow University, 1968.Т. X. S. 212-244.
3. Tyurina M.M., Gogoleva G.A., Efimova N.V., Goloulina L.K., Morozova N.G., Echedi J.Y., Volkov F.A., Arsentiev A.P., Matyash N.A. Determination of the resistance of fruit and berry crops to stressors of the cold season in field and controlled conditions. М., 2002.120 p.
4. Degtyareva O.A. Dormancy and winter hardiness of cherries in the conditions of the Tambov region / O.A. Degtyareva. Scientific basis for effective gardening. Michurinsk - Naukograd RF, 2006.S. 274-283.
5. Rakonjac V., Nikolić D., Fotirić-Aksić M. and Čolić S. Rootstock and interstock influence on vigor, fruit and leaf properties of sour cherry cultivars. Acta Horticulturae. 2016; (1139): 231-236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.40>
6. Webster, A.D. (1995). Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigor, precocity, and yield productivity. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 1995; 23 (4): 373-382. <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.1995.9513913>
7. Morozova N.G., Kartashova O.N., Kharin A.E. Features of winter hardiness of cherry and sweet cherry varieties in the Moscow region. Fruit and berry growing in Russia. 2006; (16): S. 177-179.
8. Upadysheva G.Yu., Minaeva N.A. Productivity of plum trees on clonal rootstocks. Gardening and viticulture. 2008; (4): S. 4-7.
9. Holb, I. J., and Schnabel, G. (2005). Effect of fungicide treatments and sanitation practices on brown rot blossom blight incidence, phytotoxicity, and yield for organic sour cherry production. Plant Dis. 2005; 89 (11), 1164-1170. <http://dx.doi.org/10.1094/PD-89-1164>
10. Lang, G., Howell, W., Ophardt, D., and Mink, G. Biotic and abiotic stress responses of interspecific hybrid cherry rootstocks. Acta Hort. 1997; (451): 217-224. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.451.22>.
11. Kolpakov NS Agrobiological evaluation of variety-rootstock combinations in the non-chernozem zone of Russia: author. dis. Cand. s.-kh. sciences. М., 2006.23 p.
12. Ozhereleva ZE Evaluation of economic and biological characteristics of cherry and sweet cherry varieties in the south of the Non-Black Earth Region: dis. ... Cand. s.-kh. sciences. Bryansk, 2001.193 p.
13. Upadysheva G.Yu., Kolpakov N.S. Growth processes in cherry trees of various variety-rootstock combinations. Fruit and berry growing in Russia. 2003; (X): S. 323-331.
14. Jiménez, S., Pinochet, J., Gogorcena, Y., Betran, J.A., and Moreno, M.A. Influence of different vigor cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. Sci. Hortic. (Amsterdam). 2007; 112 (1): 73–79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.010>
15. Wociór S. The effect of rootstocks on the growth and yielding of sour cherry cv. ‘Łutowka. Acta Agrobotanica. 2008; 61 (1): 123-127.
16. Usenik, V., Fajt, N., Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Stampar, F., and Veberic, R. (2010). Sweet cherry pomological and biochemical characteristics influenced by rootstock. J. Agric. Food Chem. 2010; 58 (8): 4928-4933. <http://dx.doi.org/10.1021/jf903755b>
17. Dencker I., Told am-Andersen T. B. Effects of rootstock, winter temperature and potassium fertilization on yield components of young sour cherries. Acta Hort. 2005; (667): 409-414.
18. Nyeki J., Szabo Z., Szabo P. Fertility of sour cherry varieties selected in Hungary. Acta Hort. 2005; 667: 403-405.
19. Dospekhov B.A. Field experiment technique. М.: Agropromizdat, 1985.351 p.
20. Danilova A.A. Features of winter hardiness components in new apple varieties. Dissertation for the degree of Cand. s.-kh. sciences. М., 2011.162 p.
21. Solovieva M.A. Winter hardiness of fruit crops under different growing conditions. Moscow: Kolos, 1967.239 p.
22. Moiseeva M.N. Before eating, about the growth of the i-th branch of the brunoks of wood species. Ukr. Bot. Journal. View. AND URSR. 1959.
23. Kolesnikova A.F. Cherry. Cherries. Kharkiv: Folio. М.: ООО "AST Publishing House", 2003.238 p.

24. Kuperman F.M. Biology of plant development. M.: Higher school, 1963.424 p.
25. Torikov V.E., Evdokimenko S.N., Sazonov F.F. Prospects for the development of gardening in the Bryansk region. Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. 2015; (5): S. 3-8.
26. V. Kichina The principles of improving garden plants. M., 2011.528 p.
27. Ozherelieva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Study of variety-rootstock combinations of apple trees by components of winter hardiness. Modern gardening. 2013; 4 (8): S. 1-10.
28. Ozherelieva Z.E., Prudnikov P.S., Bogomolova N.I. Frost hardiness of introduced sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) genotypes in central Russia. Proceedings of Latvian Academy of sciences. Section B. 2016; 70; 2 (701): 88-95. doi: 10.1515 / prolas-2016-0014.
29. Ozherelieva Z., Sedov E. Low temperature tolerance of apple cultivars of different ploidy at different times of the winter // Proceedings of Latvian Academy of sciences. Section B. 2017; 71; 3 (708): 127-131. doi: 1
30. Khaustovich I.P., Khubulov G.D. Climate change and the need to improve the assortment and agricultural technology for growing horticultural crops in the Central Black Earth Region. Agroecological problems and adaptability of varieties in modern horticulture in Russia. Orel: VNIISPK, 2008.S. 270-274.

Сведения об авторах

Ожерельева З.Е., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, Жилино, д.1. ozherelieva@vniispk.ru

Information about authors

Ozherelieva Z.E., candidate of agricultural sciences Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilino, 1 ozherelieva@vniispk.ru

Н.А. Сидельникова

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Тритикале – это пшенично-ржаной гибрид, являющийся новым ботаническим родом. Это растение было выведено при скрещивании озимой ржи, твердой и мягкой пшеницы, что повлияло на качество этой культуры в положительную сторону, а также открыло новые возможности в различных сферах ее использования. У тритикале более высокая озерненность колоса, а это увеличивает ее продуктивность. В условиях Белгородской области мы определили, что тритикале по сравнению с озимой пшеницей отличается меньшей требовательностью к предшественникам. Она очень отзывчива на удобрения, особенно в период фазы выхода в трубку - формирования и налива зерна. Норма внесения органического удобрения составляет 35-40 т/га, на черноземных 20-25 т/га. Минеральные удобрения вносят в дозах $N_{45-60}P_{60-70}K_{45-60}$. При посеве в рядки вносят P_{15-20} . При ранневесенней подкормке ослабленные растения получают N_{60-40} . К срокам посева данная культура очень требовательна. Лучшим сроком посева в нашем регионе для озимой тритикале является середина и конец оптимального срока посева озимой пшеницы (30 августа - 5 сентября). При возделывании тритикале можно применять способы посева традиционные для озимых культур - обычный рядовой, узкорядный и перекрестный. В нашей области тритикале лучше высевать с повышенной нормой - 5,0-5,5 млн. всхожих семян на гектар. Увеличение или уменьшение нормы посева приводило к снижению урожайности. Глубина заделки семян в нашей зоне составляет от 5 до 8 см.

При уборке урожая используют однофазный и двухфазный способы. Так как зерно крупное, уменьшают число оборотов барабана в минуту до 600. Послеуборочная обработка - очистка и сортировка зерна проводятся на зерноочистительных машинах с решетками с более крупными отверстиями.

Ключевые слова: зерно тритикале, возделывание, сорт, зимостойкость, посев, уборка, урожайность, площадь посева, валовой сбор.

TRITICALE CULTIVATION IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Triticale is a wheat-rye hybrid that is a new Botanical genus. This plant was bred by crossing winter rye, hard and soft wheat, which affected the quality of this crop in a positive way, and also opened up new opportunities in various areas of its use. Triticale has a higher water content of the ear, which increases its productivity. In the conditions of the Belgorod region, we determined that triticale is less demanding to its predecessors than winter wheat. It is very responsive to fertilizers, especially during the phase of entering the tube - forming and filling grain. The rate of application of organic fertilizer is 35-40 t / ha, on Chernozem 20-25 t / ha. Mineral fertilizers are applied in doses of $N_{45-60}P_{60-70}K_{45-60}$. When sowing, P_{15-20} is added to the rows. With early spring feeding, weakened plants get N_{60-40} . By the time of sowing, this crop is very demanding. The best sowing period in our region for winter triticale is the middle and end of the optimal sowing period for winter wheat (August 30-September 5). When cultivating triticale, you can use traditional methods of sowing for winter crops - ordinary ordinary, narrow-row and cross-row. In our region, it is better to sow triticale with an increased rate of 5.0-5.5 million. germinating seeds per hectare. An increase or decrease in the seeding rate led to a decrease in yield. The depth of seeding in our zone is from 5 to 8 cm.

When harvesting, single-phase and two-phase methods are used. Since the grain is large, reduce the number of revolutions of the drum per minute to 600. Post-harvest processing-cleaning and sorting of grain is carried out on grain cleaning machines with sieves with larger holes.

Keywords: triticale grain, cultivation, varieties, winter hardiness, sowing, harvesting, yield, area sown, gross harvest.

Введение. Тритикале - впервые целенаправленно и успешно созданный человеком межвидовой гибрид новой зерновой культуры. Научный отчет о получении гибрида между пшеницей (*Triticum*) и рожью (*Secale*) представил ботаник Вильсон в 1875 году на съезде в Эдинбурге (Шотландия). Образцы тритикале, имевшие селекционную перспективу, впервые создал в 1888 году немецкий селекционер В. Римпау. Таким образом, селекционная история культуры тритикале на сегодня насчитывает уже порядка 135 лет.

Площади посевов тритикале в мире превышают 3 млн. га. Значительную их долю занимают сорта гексаплоидного тритикале ($2n=6x=42$) или амфиплоида, происходящего от первичного скрещивания тетраплоидной пшеницы (AABB) и диплоидной ржи (RR). Создание гибрида между пшеницей и рожью имело целью комбинирования в новой культуре высокой зер-

новой продуктивности и качества хлебопекарной пшеницы, а также нетребовательности и высокой устойчивости ржи к абиотическим факторам среды. Однако первые сорта тритикале оказались слишком далекими от желаемого идеала. Растения были очень высоки, характеризовались плохим помолом колоса, низкой фертильностью, обладали морщинистым зерном, плохим хлебопекарным качеством и повышенным содержанием антипитательных веществ. По этим причинам тритикале не могло конкурировать с пшеницей и рожью в пищевом направлении, использование которого было сориентировано преимущественно как фуражная культура, предназначенная для выращивания на почвах с низким плодородием лимитированным увлажнением.

За более вековую историю благодаря усилиям представителей таких ведущих стран мира, как США, Канада, Мексика Австралия, Польша, Германия, тритикале приобрело статус конкурентоспособной и перспективной культуры, направления технологического использования его зерна расширились. По данным Международного центра СИММУТ (табл. 1), который на сегодня остается мировым лидером в селекции тритикале, с середины 1970-х годов создано более 300 сортов тритикале в 30 странах мира и количество их стабильно растет. Это означает, что тритикале приобретает популярность в мире как культура кормового, пищевого и технического направления использования зерна.

С 1985 года урожай тритикале ежегодно рос в среднем на 100 кг/га, тогда как урожай кукурузы, риса, пшеницы и ячменя за этот же период - соответственно на 45, 39, 28 и 21 кг/га. В таблице 1 приведены данные мирового производства зерна тритикале урожая 2018 года, где четвертое и пятое места занимают - Беларусь и Россия.

Современные сорта тритикале отличаются от предыдущих более высоким содержанием крахмала и соответственно более высоким уровнем метаболически усваиваемой энергии. Зерно этой культуры имеет более низкую твердость, чем зерно хлебопекарной пшеницы и ячменя, поэтому требует меньших энергетических затрат при его переработке.

Таблица 1 – Производство зерна тритикале в мире по данным урожая 2018 года

Страна	Рейтинг	Производство зерна
Всего в мире		14 595 262
Польша	1	4 273 027
Германия	2	2 609 000
Франция	3	2 031 998
Беларусь	4	1 272 709
Российская Федерация	5	581 542
Венгрия	6	458 530
Китай	7	455 000
Литва	8	451 100
Испания	9	393 700
Румыния	10	245 027
Австрия	11	224 141
Чехия	12	214 207
Австралия	13	171 211
Сербия	14	163 874
Бразилия	15	122 002
Турция	16	118 000
Чили	17	116 368
Швеция	18	111 700
Дания	19	74 400
Швейцария	20	50 424

Сорта тритикале интенсивно внедряются в производство в Польше (>1,352 млн. га), Китае (0,490 млн га), Беларуси (0,489 млн га), Германии (0,389 млн га), Франции (0,315 млн га) и других странах.

Основным направлением селекции этой культуры было и является создание высокопродуктивных сортов тритикале зернокармального назначения. В то же время разрабатывались

способы изготовления из зерна муки тритикале различных продуктов питания, в том числе и хлеба, в основном по ржаной технологии. Выпечь высокопитательный и качественный серый хлеб на заквасках можно из любого сорта тритикале. Он обладает хорошими диетическими свойствами. Зато ржаной хлеб продолжают выпекать из смеси ржаной и пшеничной муки, что связано с определенными трудностями.

В течение 1970-1990-х гг. в селекции тритикале господствовали стереотипы о невозможности создания пшенично-ржаных амфидиплоидов с высокими показателями качества клейковины и теста, что дало бы возможность выпекать хлеб из муки новой культуры по пшеничной технологии без каких-либо улучшителей. Слабость клейковины тритикале связывали с полным или частичным отсутствием у них D-генома, негативным воздействием ржаных хромосом и локусов Sec, блокирующих полезные пшеничные аллели.

Как один из возможных путей решения этой проблемы рассматривали получение и использование в селекции на качество изогенных линий тритикале. Такой материал был создан в США доктором А. Дж. Лукашевским. Каждая изогенная линия, сформированная на нескольких сортах, несла разнообразные цитологически сконструированные хромосомы 1R с интерстициальными сегментами хроматина пшеницы. Такими манипуляциями добывались изъятия локусов Sec1 и Sec3 и замещение их полезными аллелями Glu1 и Glu3. Несмотря на то, что эти сконструированные хромосомы в отдельных фоновых вариантах обеспечивали улучшение некоторых характеристик выпекания хлеба, однако одновременно и снижали урожайность на 20-30%.

В аграрном производстве России ведущее место занимают озимые зерновые культуры, среди которых наибольшие площади принадлежат пшенице озимой. В то же время из-за динамических изменений климата и неустойчивых погодных условий в осенне-зимний и ранневесенний периоды ежегодно возникает потребность в пересеве значительных площадей озимых. Одной из страховых культур является тритикале, которое, благодаря высокой производительности и неприхотливости к условиям роста и развития его выращивания на значительных площадях может способствовать существенному росту производства продовольственного зерна.

Современные сорта, в частности отечественной селекции, отличаются высокими показателями физических свойств, по качеству зерна и технологическим свойствам муки не уступают, а по некоторым признакам и преобладают пшеницы хлебопекарных классов. Благодаря этому тритикале можно выращивать как основную продовольственную культуру.

По данным ФАО, в мире ежегодно растут площади сева и валовые сборы зерна тритикале. Так, в Европе наибольшие площади этой культуры сосредоточены в Польше – более 1 млн га, Беларуси – более 425 тыс. га, а также Германии — около 404,4 тыс. га.

В Польше около 80% используют в качестве корма для свиней и бройлеров. Оставшиеся 20% отправляют на изготовление продуктов питания. В Белоруссии около 50% отправляют на потребление в животноводстве, а остальное для производства спирта.

Тритикале развивается быстрее, менее прихотливо к условиям выращивания по сравнению с пшеницей яровой благодаря тому, что его растения имеют хорошо развитую корневую систему, крепкий листовый фотосинтетический аппарат, что позволяет лучше выдерживать периоды дефицита влаги и переувлажнения и активно усваивать питательные вещества из почвы. Благодаря функционированию в их геноме хромосом ржи яровой тритикале выносливее к действию холода и морозов во время вегетации.

При большем количестве зерен в колосе (34-40) по сравнению с пшеницей (24-30), а также большей массы зерна в колосе, тритикале формирует значительно более высокую производительность, чем пшеница.

Возможность применения муки тритикале в изготовлении хлеба привлекала ученых и технологов со времени создания сортов этой культуры. Повышенное содержание белка, обогащенного незаменимыми аминокислотами, богатый витаминный (группы: В, РР, Е) и провитаминный состав (каротиноиды) выгодно отличают тритикале от пшеницы. Кроме того, тритикале способно давать высокий урожай зерна без применения химических средств защиты, позволяет получать экологически безопасную продукцию без вредных примесей.

Посевы тритикале в России сосредоточены в Центрально-Чернозёмной и Нечернозёмной зонах.

Тритикале обладает различными ценными качествами, такими как: достаточно высокий показатель белка в зерне (около 13-21%); высокая урожайность; морозоустойчивость; иммунитет к различным заболеваниям [5].

На данный момент учеными выведено две формы тритикале: яровые и озимые. В настоящее время известно более 200 сортов озимых и яровых форм тритикале.

Зерно этого гибрида активно используются в пищевой промышленности (начиная с хлебопечения и заканчивая пивоварением). Хлеб из тритикале по качеству равен ржаному, но значительно уступает пшеничному. Солома и кормовые сорта тритикале хорошо поедаются животными [1,10].

Продукты из тритикале отличаются большой питательной ценностью, поскольку в их составе находится большое количество незаменимых кислот (лизин, глицин, треонин и др.). Также зерно из тритикале ничем не уступает пшенице по составу макро- и микроэлементов, витаминов и минералов.

В России тритикале используют в производстве комбикорма и спирта. Значительное место отводится применению муки этой культуры, в частности приготовление диетического хлеба для людей, у которых выявлено нарушение обмена веществ.

В Белгородской области осенью 2020 года были опробованы новые способы производства муки из зерна тритикале, которое на рынок поставляет хозяйство «Искра». Проведен эксперимент, который получил высокую оценку выпечки нескольких видов хлеба из муки гибрида на молочной сыворотке. На основании этого принято решение о производстве полезного хлеба в любой хлебопекарне нашего региона, которая заключит договор на поставку муки из тритикале. Данный продукт, в правительстве области предлагают включить в официальные рекомендации семейных врачей Белгородчины.

В настоящее время средняя урожайность зерна тритикале в нашей стране 40-60 ц/га, а зеленой массы до 350-500 ц/га. Однако при совершенствовании агротехнологии урожайность может увеличиться до 80 ц/га зерна и до 700 ц/га зеленой массы [4].

Тем не менее, несмотря на все положительные качества, тритикале все еще имеет ряд минусов и недостатков, которые изучают и стараются исправить российские ученые.

В 2019 году в России посевные площади тритикале составили 140 тыс. га, конкретно в Белгородской области чуть меньше 7 тыс. га. (рис.1).



Рис.1. Посевные площади тритикале в Белгородской области

Посевная площадь тритикале в Российской Федерации в 2010 году составляла 12700 тыс. га. За 10 лет наблюдается сокращение площади на 12560 тыс. га. Посевная площадь тритикале в Белгородской области в 2010 году составила 189,13 тыс. га. За 10 лет она уменьшилась на 182,3 тыс. га (96,39%).

В 2011 году происходит резкое сокращение посевной площади на 168,14 тыс. га (88,9%). В 2012 году она увеличилась на 20,27 тыс. га (96,57%). С 2013 по 2014 гг. снова наблюдается сокращение площади на 21,99 тыс. га (53,3%), а в 2015 году опять рост на 6,34 тыс. га (32,9%). А с 2016 снова наступает период сокращения площади, что приводит к отметке в 6,83 тыс. га [3].

Изучая динамику валового сбора тритикале в 2010 году в Белгородской области валовой сбор тритикале составил 155,56 тыс. ц. За 10 лет он увеличился на 164,73 тыс. ц или 105,89% (рис.2).

С 2010 по 2013 год идет увеличение валового сбора на 1283,36 тыс. ц (24,93%). С 2014 по 2015 год идет спад сбора на 483,77 тыс. ц (33,62%). При этом 2016 год отмечен небольшим увеличением на 123,3 тыс. ц (12,91%). В дальнейшем идет период спада до отметки в 320, 29 тыс. центнеров.

Средняя урожайность тритикале и других зерновых составила 50,8 ц/га. В текущем году урожай собрали раньше, чем в 2019, он превысил прошлогодний на 600 тыс. тонн, а урожайность выросла на 6 ц/га.

Больше всего зерна собрали в Губкинском городском округе, по урожайности в лидерах оказались Ивнянский и Прохоровский районы. Бьет рекорды по урожаю и озимая пшеница. В Ивнянском и Белгородском районах собрали более 60 центнеров с гектара.

Урожайность тритикале высокая, благодаря морозоустойчивости и неприхотливостью культуры. При хорошей агротехнике урожайность зерновых сортов — 50-80 ц/га, кормовых — до 60 ц/га. Кормовые сорта формируют 500-600 центнеров зеленой массы с гектара. Повышенная урожайность тритикале при более низких нормах высева объясняется склонностью к кущению, которую она унаследовала у ржи [3,8].



Рис.2 Валовой сбор тритикале в Белгородской области

Изучая технологию возделывания тритикале в условиях Белгородской области, мы определили, что данная культура по сравнению с озимой пшеницей отличается меньшей требовательностью к предшественникам. В связи с тем, что тритикале устойчива к корневым гнилям, мучнистой росе и бурой ржавчине ее предшественниками могут быть пары, зернобобовые, но и зерновые культуры.

Тритикале очень отзывчива на удобрения, особенно в период фазы выхода в трубку - формирования и налива зерна. На дерново-подзолистых почвах норма внесения органического удобрения составляет 35-40 т/га, на черноземных 20-25 т/га.

Минеральные удобрения вносят в дозах N₄₅₋₆₀P₆₀₋₇₀K₄₅₋₆₀. При посеве в рядки вносят P₁₅₋₂₀. При ранневесенней подкормке ослабленные растения получают N₄₀₋₆₀.

Обработка почвы проводится также как под озимую пшеницу и рожь. Посев осуществляется выровненные, отсортированные семена с высокими показателями особенно для зерновых сортов: чистоты (не менее 97%) и всхожести (не менее 95%), для кормовых сортов соответственно 90 и 85%.

В том случае, когда хозяйство испытывает дефицит семян, для посева можно использовать семена с всхожестью: для зерновых сортов не ниже 90%, для кормовых - 80%. Если для посева будут применяться свежесобранные семена, то их обязательно перед посевом следует подвергнуть воздушно-тепловому обогреву.

Так как тритикале не свойственно поражение твердой головней и она устойчива к пыльной головне, протравливания семян проводить не целесообразно.

А вот к срокам посева данная культура более требовательна, по сравнению с озимой пшеницей. Оптимальный срок посева озимой пшеницы для нашей зоны 25 августа - 5 сентября. Лучшим сроком посева для озимой тритикале является середина и конец оптимального срока посева озимой пшеницы [2].

В НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной Полосы (Воронежская область) было установлено, что наибольшая урожайность достигается при посеве по занятому пару 1 сентября — 5,53 т/га. Более ранний срок (20 августа) и более поздний (10 сентября) приводят к снижению урожайности. Мы можем смело руководствоваться этими сроками, так как, располагаясь близко территориально, находимся в таких же почвенно-климатических условиях.

При возделывании тритикале в Белгородской области можно применять способы посева традиционные для озимых культур - обычный рядовой, узкорядный и перекрестный.

В нашей области тритикале лучше высевать с повышенной нормой (по сравнению с озимой пшеницей). Как известно из литературных источников нормы посева семян тритикале зависят от зоны возделывания, в общем она составляют от 3,5 до 7,5 млн. всхожих семян на гектар.

В опытах отдела земледелия Белгородского Учебно-научного центра по сельскому хозяйству в среднем за 1983-1986 гг. максимальная урожайность сорта Амфидиплоид 206 - 41,3 ц/га была получена при норме посева 5,5 млн./га всхожих семян. Увеличение или уменьшение нормы посева приводили к снижению урожайности [2].

Для тритикале рекомендуют нормы посева: в Нечерноземной зоне — 6-6,5 млн. всхожих семян на 1 га; в Центрально-Черноземной зоне — 5-6 млн. всхожих семян на 1 га; в Белоруссии — 5,5-6 млн всхожих семян на 1 га; в Сибири — 7-7,5 млн всхожих семян на 1 га; на Украине в лесостепной зоне — 4,5-5,5 млн всхожих семян на 1 га.

Нормы посева устанавливаются в зависимости от почвенно-климатических условий, агротехники и цели выращивания. Сорты кормового направления высевают с повышенной нормой посева [6,7,10].

Общеизвестно, что глубина заделки семян зависит от гранулометрического состава и влажности почвы. По сравнению с пшеницей тритикале более чувствительна к глубине посева семян, в нашей зоне для тритикале она составляет от 5 до 8 см. После посева проводят прикатывание, которое является первым агротехническим приемом по уходу за посевами. В зиму растение уходит в фазе кущения с хорошо сформированным кустом. При наступлении весны растения тритикале быстрее трогаются в рост, раньше образуют вторичные корни и опережают по развитию озимую пшеницу в 1,5-2 раза. Поэтому ранневесеннюю подкормку азотными удобрениями по таломерзлой почве проводят раньше, а корневую — при физической спелости почвы. Формы и дозы удобрений те же, что и для озимой пшеницы.

По количеству зерновок в колосе, форме колоса тритикале похожа на рожь. В то же время ее зерно плотно заключено в колосковых чешуях, как у пшеницы. Поэтому при созревании не осыпается. При уборке урожая используют однофазный и двухфазный способы. Так как зерно более крупное, чем у озимой пшеницы, при обмолоте во избежание его травмирования увеличивают зазор между барабаном и подбарабаньем и уменьшают число оборотов барабана в минуту до 600. Кормовые сорта на зеленый корм и силос убирают в фазу колошения. Послеуборочная обработка тритикале - очистка и сортировка зерна проводятся на зерноочистительных машинах с решетками с более крупными отверстиями [9].

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию сортов в 2020 году было включено по У региону (куда входит Белгородская область): озимых

сортов тритикале - 92 и яровых - 19. За последние годы селекционерами созданы высокоурожайные сорта озимой тритикале: Арго, Берекет, Брюс, Гарнэ, Жнец, Легион, Триггер, Трудяга. Среди яровой тритикале следует отметить такие сорта как: Сонцедар и Ярик.

Таким образом, проанализировав технологию возделывания тритикале в условиях Белгородской области, мы определили, что тритикале не требовательна к предшественникам. Она очень отзывчива на удобрения, особенно в период фаза выхода в трубку - формирования и налива зерна. Для посева использовать рекомендованные для нашей зоны сорта: Арго, Брюс, Гарнэ, Жнец, Легион, Триггер, Трудяга, Сонцедар и Ярик.

Лучшим сроком посева в нашем регионе для озимой тритикале является 30 августа - 5 сентября. Высевать ее нашей области тритикале надо с повышенной нормой - 5,0-5,5 млн. всхожих семян на гектар на глубину заделки семян от 5 до 8 см.

Так как зерно крупное, следует уменьшить число оборотов барабана до 600 в минуту. Послеуборочная обработка - очистка и сортировка зерна проводятся на зерноочистительных машинах с решетками с более крупными отверстиями.

Таким образом, стремительная смена погодных условий в период осенней посевной кампании заставляет сельскохозяйственных производителей искать новые способы уберечь урожай и реализовать биологический потенциал озимых культур. Частые почвенные засухи и оптимальные сроки сева повышают риски вымерзания озимых, поскольку посев проводят преимущественно в сухую почву, что приводит к неравномерности всходов, или откладывают на поздние сроки, уменьшая период активного накопления сахаров в узле кущения. В данном случае перспективным является использование форм и видов культур, которые способны перезимовать в любой промежуточной фазе в период «прорастание-кущение». Данными характеристиками обладают тритикале, современные сорта которых по зимостойкости не уступают озимым.

Заключение. Кроме того, на наш взгляд, мы привели весомые аргументы в пользу тритикале и перспектив его использования. Тритикале преобладает пшеницу по потенциалу зерновой продуктивности, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам выращивания, неприхотливостью к плодородию почв. Его можно успешно выращивать во всех почвенно-климатических зонах России. Зерно тритикале имеет перспективу и в сфере производства пищевых продуктов из муки, особенно кондитерских изделий, которые по биологической ценности белков преобладают аналогичные продукты из зерна пшеницы. Тритикале бесспорно перспективно как биоэнергетическая культура для производства технического биоэтанола и качественного пищевого спирта для ликеро-водочных изделий. В настоящее время культура тритикале в Белгородской области оставлена без должного внимания поскольку в хозяйствах четко не определены сферы технологического использования этой ценной зерновой культуры. Селекция тритикале проводится лишь в нескольких селекционных центрах и на крайне примитивном уровне применения современных методов хромосомной и геномной инженерии, биотехнологии.

В условиях Белгородской области следует рекомендовать аграриям региона изменить свое отношение к этой замечательной культуре, расширить посевные площади и получить валовой сбор зерна на уровне 2013 года – 143,9 тыс. тонн.

Библиография

1. Белько Н.Б. Морфогенетическое разнообразие и селекционная ценность секалотритикум // Сб. научн. тр. «Тритикале. Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов». - Донской зональный НИИСХ. Ростов-на-Дону, 2010. - С. 6-10.
2. Гавриленко Л.Г., Сидельникова Н.А. Влияние сроков посева на урожайность и качество зеленой массы озимых культур. // Сборник научных трудов СХИ Пути повышения урожайности кормовых культур.-Белгород, 1987.-С. 71-76,
3. Информационно-аналитические материалы <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>
4. Коломейченко В.В.. Растениеводство/Учебник. — М.: Агробизнесцентр, 2007. — 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6.
5. Крохмаль А.В., Грабовец А.И., Шевченко Н.А. Изменчивость признаков качества зерна тритикале //Тритикале. Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов: матер. междунар. Науч.-практич. конф. Ростов-на-Дону, 2010. С.14-17.

6. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.
7. Растениеводство с основами селекции и семеноводства (учебник) под ред. Коренева Г. В. - М.: Колос, 2000. - 510 с.
8. Совершенствование интенсивной технологии возделывания озимой тритикале в УР/ Фатыхов И. Ш. - Ижевск: ИжСХИ, 2006. - 209 с.
9. Тритикале России. Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале //Сб. научн. тр. - Донской зональный НИИСХ. Ростов-на-Дону, 2000. – 320 с.
10. Технология возделывания и использования кормовых озимых тритикале / Грабовец А.И. и др. - Ростов-на-Дону, 2010.- 120 с.

References

1. Belko N. B. Morphogenetic diversity and breeding value of secalotriticum // SB. nauchn. Tr. " Triticale. Genetics, breeding, agricultural engineering, use of grain and feed ". - Don zonal agricultural research Institute. Rostov-on-don, 2010. - P. 6-10.
2. Gavrilenko L. G., Sidelnikova N. A. Influence of sowing terms on productivity and quality of green mass of winter crops. // Collection of scientific works of the agricultural Institute Ways to increase the yield of forage crops. - Belgorod, 1987. - Pp. 71-76,
3. Information and analytical materials <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>
4. Kolomeichenko V. V. .. Plant Growing/Textbook. - M.: Agrobusinesscenter, 2007. - 600 p. ISBN 978-5-902792-11-6.
5. Krokmal A.V., Grabovets A. I., Shevchenko N. A. Variability of quality characteristics of triticale grain //Triticale. Genetics, breeding, agricultural engineering, use of grain and feed: mater. international. Scientific-practical Conf. Rostov-on-don, 2010. P. 14-17.
6. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (for example, Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al. - Belgorod: Izd. Constant, 2014. -- 462 p.
7. crop Production with the basics of breeding and seed production (textbook) ed. Koreneva G. V.-M.: Kolos, 2000. - 510 p.
8. Improvement of intensive technology of winter triticale cultivation in UR / Fatykhov I. sh. - Izhevsk: Izhshi, 2006. - 209 p.
9. Triticale Of Russia. Selection, agrotechnics of cultivation, processing and use of raw materials from triticale / / SB. nauchn. Tr. - Donskoy zonal niish. Rostov-on-don, 2000. - 320 p.
10. Technology of cultivation and use of winter fodder triticale / Grabovets A. I. et al. - Rostov-on-don, 2010. - 120 p.

Сведения об авторах

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: 8861676@gmail.com

Information about authors

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: 8861676@gmail.com

*А.Н. Крюков, В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.М. Хлопяников,
Г. В. Хлопяникова, А. Г. Демидова*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВСЕПОГОДНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРИЁМОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Все эти враги сельского хозяйства:
ветры, бури, засухи и суховеи – страшны лишь только потому,
что мы не умеем владеть ими.
Они не зло, их только надо изучить и научиться управлять ими.
И тогда они же будут работать нам на пользу.*

В.В. Докучаев

Аннотация. На основании источников литературы и собственных научных исследований на примере кукурузы представлены эффективные дифференцированные всепогодные агротехнические приёмы, способствующие получению высоких урожаев зерна и зерновой массы кукурузы. В основу их положено оперативное и активное управление процессами роста и развития растений кукурузы с целью сведения к минимуму неблагоприятных воздействий природной среды. Для обоснованных управленческих решений необходимо оперативно оценивать складывающиеся погодные условия в напряженные периоды полевых работ: посев, уход за посевами, уборка урожая и на их основе применять различные варианты изменений приёмов в технологию возделывания кукурузы на зерно и силос. Имитационная модель, также поможет спланировать сезонные работы, спрогнозировать урожайность в зависимости от объёмов имеющихся ресурсов, скорректировать структуру посевных площадей, распределить минеральные и органические удобрения, обосновать структуру парка сельскохозяйственных машин и агрегатов, определить объёмы материальных и трудовых ресурсов. В результате более совершенной станет организация технологических работ при возделывании кукурузы, снизятся затраты на производство продукции, повысится рентабельность предприятия, уменьшатся потери за счёт рационального использования природных ресурсов. В тоже время модель даст возможность оценить количество недостающей техники, определить избыточность некоторых видов ресурсов и перераспределить их между подразделениями сельскохозяйственного предприятия. Это даёт возможность получать количественную и качественную оценку их влияния на конечный результат производства. С улучшением обеспеченности современных сельскохозяйственных предприятий ресурсами, соблюдением всех необходимых агротехнических приёмов с учетом метеорологических и складывающихся погодных условий можно ежегодно получать максимальный экономический эффект от производства растениеводческой продукции.

Ключевые слова: кукуруза, погодные условия, качественная оценка, оперативное управление, технологические приёмы, сроки проведения, урожайность, зерно, зерноостерzhневая масса, экономическая эффективность.

EFFICIENCY OF ALL-WEATHER, RESOURCE-SAVING TECHNIQUES IN CROP PRODUCTION

Abstract. Based on sources of literature and their own scientific research, the example of corn presents effective differentiated all-weather agricultural techniques that contribute to the production of high grain yields and corn grain mass. They are based on the rapid and active management of the growth and development of maize plants in order to minimize the adverse effects of the natural environment. For sound management decisions, it is necessary to quickly assess the prevailing weather conditions during busy periods of field work: sowing, crop care, harvesting and, on their basis, apply various options for changing techniques in the technology of cultivating corn for grain and silage. The simulation model will also help plan seasonal work, predict yields depending on the volume of available resources, adjust the structure of sown areas, distribute mineral and organic fertilizers, justify the structure of the fleet of agricultural machines and aggregates, and determine the volume of material and labor resources. As a result, the organization of technological work in the cultivation of corn will become more advanced, production costs will decrease, the profitability of the enterprise will increase, losses due to the rational use of natural resources will decrease. At the same time, the model will provide an opportunity to assess the amount of missing equipment, determine the redundancy of some types of resources and redistribute them among units of the agricultural enterprise. This makes it possible to obtain a quantitative and qualitative assessment of their impact on the final result of production. With the improvement of the availability of modern agricultural enterprises with resources, compliance with all the necessary agricultural techniques, taking into account meteorological and emerging camping conditions, you can annually get the maximum economic effect from the production of crop products.

Keywords: corn, weather conditions, quality standard, operational management, processing methods, period, productivity, grain, zernosterzhnev weight, cost efficiency.

Введение. На современном этапе развития многоукладного сельскохозяйственного производства особое значение в растениеводстве приобретает разработка и осуществление новых организационных и агротехнических мероприятий, способствующих наиболее полному удовлетворению развития отечественного животноводства кормами собственного производства. В решении этой проблемы большое значение отводится кукурузе, культуре больших потенциальных возможностей универсального использования.

Кукурузы (*Zea mais* L.) – однолетнее однодомное раздельнополюе растение семейства мятликовых. Однако она имеет ряд особенностей, сильно отличающих её по морфологическим и биологическим от других злаков (пшеница, ячмень, овёс). У неё мощная, сильно развитая корневая система, крупные стебли, листья и початки, поэтому она может хорошо использовать плодородие почвы, погодные условия и способна формировать высокие урожаи зеленой массы и зерна [1, 2].

По урожайности она в 1,5-2,0 раза превосходит наиболее распространённые зерновые и кормовые культуры, даёт ценные пищевые продукты для человека, разнообразные питательные корма для сельскохозяйственных животных, дешёвое сырьё для химической, микробиологической, медицинской и других отраслей народного хозяйства [3, 4].

В зерне кукурузы содержится безазотистых экстрактивных веществ 65-70 %, белка 9-12 %, жира 4-6 %, золы около 2 %, а также минеральные соли и витамины. Из зерна кукурузы изготавливают чудесные по своим вкусовым качествам напитки, крупы, хлопья, муку, крахмал, глюкоза, сахар, мёд, спирт, патоку. Незрелые початки в варённом виде и консервы, приготовленные из кукурузы, являются вкусным и питательным блюдом. Кроме того, она улучшает качество ряда продуктов. Если при пивоварении добавить 20 % кукурузной муки, то пиво становится пеностойким, мягким, хорошо «играет». Наличие кукурузной муки в тесте делает печенье рассыпчатым. Из отделенного зародыша вырабатывают пищевое масло, витамин Е. Кукурузное масло является ценным диетическим продуктом и используется в лечебных целях. Пестичные столбики применяют в медицине. Количество продуктов и изделий из кукурузы всё время возрастает. По данным ФАО (Международная производственная организация при ООН) в настоящее время в мире из кукурузы изготавливают более 500 различных продуктов [2, 5].

Кукуруза – хороший и дешёвый корм для всех видов скота и птиц, ценный компонент для производства комбикормов. Зерно её обладает высокими кормовыми достоинствами – в 1 кг содержится 1,34 корм. ед. и 78 г. перевариваемого протеина. Кукуруза является и одной из лучших силосных культур как в чистом посеве, так и в смеси с бобовыми: горохом, люпином, соей и другими. Высокими кормовыми достоинствами обладает силос, приготовленный из кукурузы в фазе молочно-восковой спелости – в 1 кг его содержится 0,21-0,28 корм. ед. и до 18 г. переварного протеина. Большое распространение получила кукуруза и в поукосных и пожнивных посевах, что даёт возможность получать два урожая в год с одной площади. Кукуруза как пропашная культура – хороший предшественник зерновых культур, она улучшает физическое состояние и водный режим почвы, очищает её от сорняков [1, 6].

Знание особенностей формирования вегетативных органов растений листьев, стебля, корней и репродуктивных метёлки и початков важно для выбора оптимальных всепогодных агротехнических приёмов при разработке дифференциальных технологий возделывания кукурузы. Для рационального использования тепла большое внимание необходимо уделить правильному подбору гибридов, приёмам, способствующим посеву (инкрустированными семенами) в ранние сроки сева, физически спелую почву, широкорядным способом посева, внесению достаточного количества органических и минеральных удобрений [3, 7].

Для сохранения и накопления в почве влаги своевременно проводить зяблевую и предпосевную обработки, довсходовое и послевсходовое боронование, тщательное уничтожение сорняков, сочетая междурядные и химические прополки [8, 9].

Для реализации достижений науки и передового опыта в растениеводстве необходимо разработать научно обоснованные всепогодные дифференцированные адаптивные технологии

возделывания кукурузы, обеспечивающие рациональное использования почвенно-климатических, материальных и трудовых ресурсов. Получение высоких запланированных урожаев кукурузы зависит от соблюдения основных законов земледелия, оперативного управления процессов роста и развития растений с учётом почвенно-климатических и сказывающихся погодных условий. Отклонения от планируемых режимов технологического процесса возделывания кукурузы приводит к недобору продукции [3, 10,11].

Следовательно, для получения высоких устойчивых урожаев необходимо оперативно управлять им, активно воздействовать на весь процесс с целью сведения к минимуму складывающихся неблагоприятных внешних воздействий. Для формирования обоснованных управленческих решений в зависимости от складывающихся метеорологических условий возникает необходимость правильно оценивать различные варианты изменений в разработанной технологии кукурузы и получать количественные оценки их влияния на конечный результат её производства.

Системный характер сельскохозяйственного производства особенно ярко проявляется в напряженные периоды проведения полевых работ: посев, уход за посевами, уборка урожая. В это время важно успеть выполнить комплекс технологических работ в строго определённые сроки. В зависимости от качества организации работ, обеспеченности сельскохозяйственных предприятий ресурсами, чёткой взаимосвязи и соблюдения необходимых элементов технологии возделывания можно получать максимальный экономический эффект. По оценкам учёных-аграрников, из-за существующей зависимости уровня урожайности полевых культур от погодных условий до 65 % потерь связаны с неблагоприятными метеорологическими условиями [2,12,13]. Изменениями погоды объясняется 25-60 % колебаний эффективности удобрений. Комплекс воздействия почвенно-климатических и складывающихся погодных условий на урожай в условиях Центральных регионов России оценивается на 50-80 %. По результатам многочисленных опытов в штате Айова (США) также установлено, что максимальный вклад в дисперсию урожаев кукурузы принадлежит погоде и составляет 57 %.

В получении высоких и стабильных урожаев кукурузы особое значение имеет соотношение температуры и осадков в различных фазах роста и развития растений. Однако можно учесть морфологические, биологические, погодные и почвенные условия, а урожай не будет обеспечен из-за того, что не приняты во внимание рекомендованные сроки сева, и нормы высева семян, равномерное их размещение в рядке, рациональные приёмы обработки почвы, мероприятий по борьбе сорняками, вредителями и возбудителями болезней. Метеорологические факторы создают фон, на котором растут и развиваются растения. С повышением культуры земледелия связь урожайности с климатом и погодой по-прежнему велика. В особо благоприятные годы часть кукурузы в регионе убирают на зерно, а часть на зерноостержневую смесь и силос. В зависимости от погодных условий и уровня агротехники разные гибриды кукурузы имеют различную урожайность. Предпочтения тех или иных гибридов раннеспелых, среднеспелых и их пропорция в посевах в зависимости от условий погоды способствует стабилизации урожаев по годам и повышению валовых сборов. Учёт особенностей метеорологических условий при применении дифференцированных агроприёмов возделывания кукурузы является значительным, но слабо используемым резервом повышения устойчивости уровня урожайности [14, 15, 16].

Практика показывает, что до тех пор, пока методики и рекомендации по учёту погодных условий не станут необходимой частью технологии возделывания кукурузы, проблема эффективного управления производства зерна и зелёной массы кукурузы будет решена не полностью. Несмотря на то, что уже имеется некоторые рекомендации по учёту метеорологической информации, но они касаются только некоторых агротехнических приёмов, тогда как следует иметь методики учёта изменяющихся погодных условий в целом для всей технологии возделывания.

Общеизвестно, что разработанные традиционные технологии возделывания кукурузы учитывают, как правило, только средние погодные условия региона. Это отчасти оправданно, ибо средние погодные факторы наблюдаются чаще всего, встречаются с достаточно большой

вероятностью. Однако негибкость, безальтернативность принимаемых управляющих решений понижает их значимость. Исходя из имеющихся разнообразных погодных условий, следует применять и различные технологические приёмы, одновременно рассматривая их экономическую результативность. Для этого необходимо на основе разработанных элементов технологий возделывания определить конкретные агроприёмы для различных метеорологических условий. Рассматривая технологический процесс возделывания кукурузы по отдельным периодам, по видам полевых работ, целесообразно учитывать особенности технологических приёмов, применяемых в конкретных ситуациях. Например, для проведения весенне-полевых работ в оптимальные сроки важно иметь характеристику погодных условий весны, наиболее типичных и существенных для определения набора технологических операций. Имеющаяся характеристика погодных исходов должна содержать также значения вероятности их реализации. Вероятности можно рассчитать в результате обработки метеорологической информации за возможно длительный промежуток времени.

С учётом выше отмеченного, в таблице 1 рассмотрена связь особенностей выполнения весенних полевых работ в период сева и ухода за посевами с погодными условиями.

Таблица 1 – Адаптация технологий возделывания кукурузы к погодным условиям юго-западной части Центрального Федерального региона в период весенних полевых работ

Характеристика Погодных условий	Вероятность реализации, %	Способность адаптации технологий
Весна ранняя, сухая	10	Ранний посев кукурузы. Основное назначение технологических работ – сохранение влаги. Возможны посевы раннеспелыми и среднеранними гибридами кукурузы на зерно и силос.
Весна ранняя, влажная	20	Ранний посев кукурузы инкрустированными семенами. Основное значение весенне-полевых работ – повышение всхожести семян, уменьшение засоренности посевов. Посев кукурузы гибридами преимущественно на зерно и силос.
Весна с обычными условиями погоды	50	Оптимальные сроки посева. Назначение весенних работ – сохранение влаги и борьба с сорняками. Посев раннеспелыми и среднеранними гибридами кукурузы на зерно и силос.
Весна поздняя, сухая	10	Посев в более поздние сроки. Ориентация весенних работ на сохранение влаги. Посевы раннеспелыми гибридами кукурузы на зерно и силос.
Весна поздняя, влажная	10	Посев в поздние сроки. Технологические операции направлены преимущественно на борьбу с сорняками. Посев раннеспелыми гибридами кукурузы на зерно и силос.

Адаптация технологий возделывания кукурузы представлена в виде укрупнённых блоков. Для практического применения данные блоки следует детализировать. Например, для сохранения влаги в случае сухой ранней весны рекомендуется ранневесеннее боронование с сохранением технологического разрыва между обработкой и посевом. При ориентации весенне-полевых работ на борьбу с сорняками необходимо применять такие приёмы, как прикатывание почвы для повышения их всхожести, боронование для их уничтожения. Сроки выполняемых работ и глубина обработок зависят от типа, разновидности и влажности почвы, засорённости посевов.

Для того, чтобы адаптировать в целом технологический процесс возделывания кукурузы к погодным условиям, следуют технологические операции сгруппировать в комплексы работ: ранневесенняя обработка почвы, посев, уход за посевами, уборка. Для каждого комплекса необходимо рассмотреть такие операции, как сроки и их количества, проведение которых зависит от складываемых погодных условий (табл. 2).

Имея разработанные технологические комплексы, можно определить конкретные технологические приёмы при различных погодных условиях. Кроме того, появляется возможность дать экономическую оценку эффективности применения предложенных альтернативных решений, определить необходимый объём ресурсов и средств производства для выполнения той или иной технологической цепочки.

Таблица 2 – Технологические приёмы возделывания кукурузы в зависимости от погодных условий

Технологические операции	Цель применения	Погодные условия					
		Весна и лето сухие		Весна и лето влажные		Обычные условия погоды	
		число	сроки	число	сроки	число	сроки
РАННЕ ВЕСЕННЯЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ Боронование, прикатывание	Сохранение влаги в почве, выравнивание поверхности.	1-2	10-18.4	1	20-25.4	1	15-20.4
Внесение органических и минеральных удобрений, культивация	Повышение запасов питательных веществ и уничтожение сорняков, рыхление почвы.	1	19-23.4 6-8 см	1	26.4-3.5 10-12 см	1	26.4-3.5 8-10 см
Обработка почвы пестицидами, рыхление почвы, выравнивание, прикатывание	Сохранение влаги, выравнивание поверхности, борьба с сорняками, вредителями и болезнями.	1	24.4-7.5	1	8-17.5	1	8-17.5
		1	24.4-7.5	-		1	8-17.5
ПОСЕВ Посев, прикатывание	Уплотнение почвы для создания семенного ложа.	1	25.4-9.5	1	10-19.5	1	10-19.5
		1	25.4-9.5	-		1	10-19.5
УХОД ЗА ПОСЕВАМИ Боронование до всходов	Сохранение влаги в почве, уничтожение сорняков.	1	29.4-13.5	1-3	15-24.5	1-2	15-24.5
Боронование по всходам, фаза 2-3 листа	Сохранение влаги в почве, уничтожение сорняков.	-	-	1	1-8.6	-	-
Обработка гербицидами, фаза 3-5 листа	Борьба с сорняками и их вредителями.	1	15-27.5	1-2	18.5-3.6	1	25.5-5.6
Опрыскивание, фаза 3-5 листа	Борьба с вредителями и болезнями.	1-2	20.5-2.6	1	5-18.6	1-2	1-10.6
Первая междурядная обработка с боронованием	Рыхление почвы, уничтожение сорняков.	1	25.5-7.6 6-8 см	1	18-23.6 8-10 см	1	6-15.6 см
Вторая междурядная обработка с подкормкой (при необходимости)	Рыхление почвы, уничтожение сорняков, оптимизация питания растений.	1	1-13.6 6-8 см	1-2	25.6-1.7 8-10 см	1	11-20.6 8-10 см
Третья междурядная обработка с подокучиванием (при необходимости)	Рыхление почвы, уничтожение сорняков.	-	-	1	29.6-5.7	-	-
Уборка на зерноостерженную смесь		1	11-15.9	1	25-05.9	1	15-20.9
Уборка на зерно		1	25.10-5.11	1	1.11-5.11	1	30.10-10.11

Таким образом, при оперативном управлении процессом возделывания кукурузы с учётом изменяющихся погодных условий (температурного режима, влагообеспеченности), сочетание хозяйственной самостоятельности и экономической ответственности за принятие управленческих решений становится возможным получить максимальный экономический эффект. В связи с тем, что качество принимаемых решений зависит от взаимодействия большего числа морфологических, биологических, технологических, организационных и метеорологических факторов, оценку альтернативных решений рекомендуется выполнять по конечному результату функционирования технологического процесса.

Обращает на себя внимание тот факт, что с повышением интенсивности сельскохозяйственного производства, увеличением объёмов производства, количественного состава машинно-тракторного парка значительно усложняется управление производственным процессом.

Следовательно, нужна чёткая обоснованность и координация действий для принятия управляющих решений. В то же время оперативное управление эффективно при комплексном учёте факторов, определяющих выполнение всего технологического процесса возделывания кукурузы на зерно и силос, его отдельных технологических звеньев.

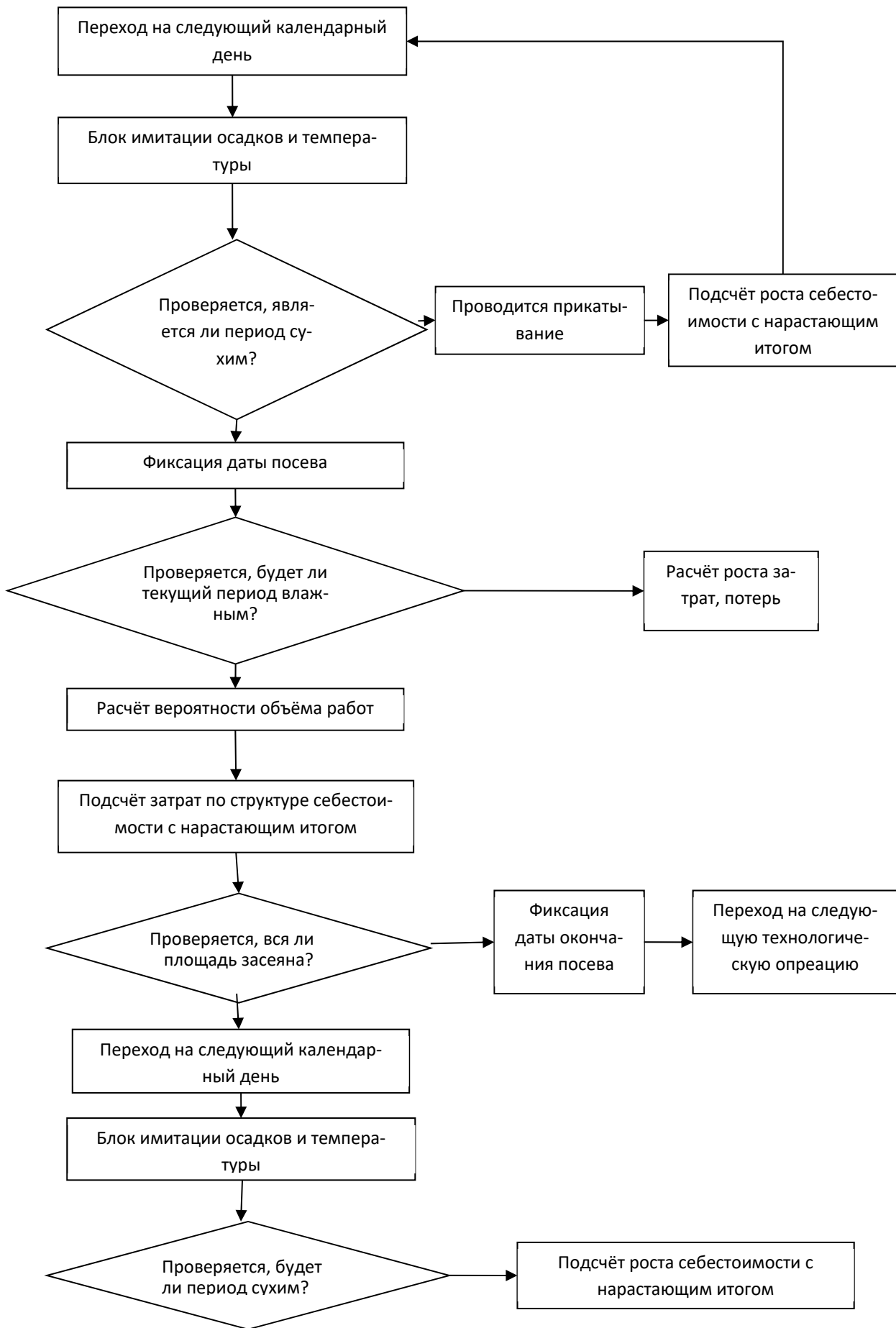
Информация, как правило. Поступает дискретно с некоторым запаздыванием. Времени на принятие согласованных решений мало. На помощь специалисту в этом случае должна прийти вычислительная техника. Из-за сложности процессов, протекающих в растениеводстве, и стохастического характера условий производства для реализации выбора экономически целесообразных решений используется аппарат имитационного моделирования производственных систем, экспериментирование на котором позволяет не только воспроизвести реальный технологический процесс в полном соответствии с действительностью, но и оценить его с учётом вероятностных характеристик.

В ходе работы имитационной модели моделируются процессы развития и созревания кукурузы, погодные условия с их случайным характером реализации, выполнение технологических операций. Результатом является набор показателей функционирования производственного процесса в целом, урожайность, валовой сбор, затраты, себестоимость 1 центнера продукции, прибыль необходимое количество материальных и технических ресурсов.

Моделирование погодных условий (температурный режим, количество осадков) происходит с использованием функций распределения путём генерации случайных чисел в заданном диапазоне их изменения. Имитирование погодных условий осуществляется на каждый день технологического процесса с переключателем дат (рисунок 1).

Блок-схема работает следующим образом. Для планируемой даты начала проведения технологической операции определяется уровень осадков и температура. Если технологическую операцию проводить можно, фиксируется дата начала посева. Для текущего года проверяется, является ли он влажным (по сумме выпавших осадков, по запасам продуктивной влаги в почве). Если год считается влажным, то в этом случае уточняется, проводится ли прикатывание при посеве. Если проводится, то для текущего, календарного дня выполняется расчёт вероятного объёма выполненных работ и подсчитываются затраты по структуре себестоимости и с нарастающим итогом.

Затем проверяется, вся ли площадь засеяна. Если да, то фиксируется дата окончания посева и осуществляется переход на следующую технологическую операцию. Если засеяна кукурузой не вся площадь, то переход на следующий календарный день. Для этого дня имитируется погода. Если текущий день влажный, то и переход на следующий календарный день, если текущий день сухой, то продолжается посев. В результате работы модели формируются затраты по производству продукции подсчитываются возможные потери.



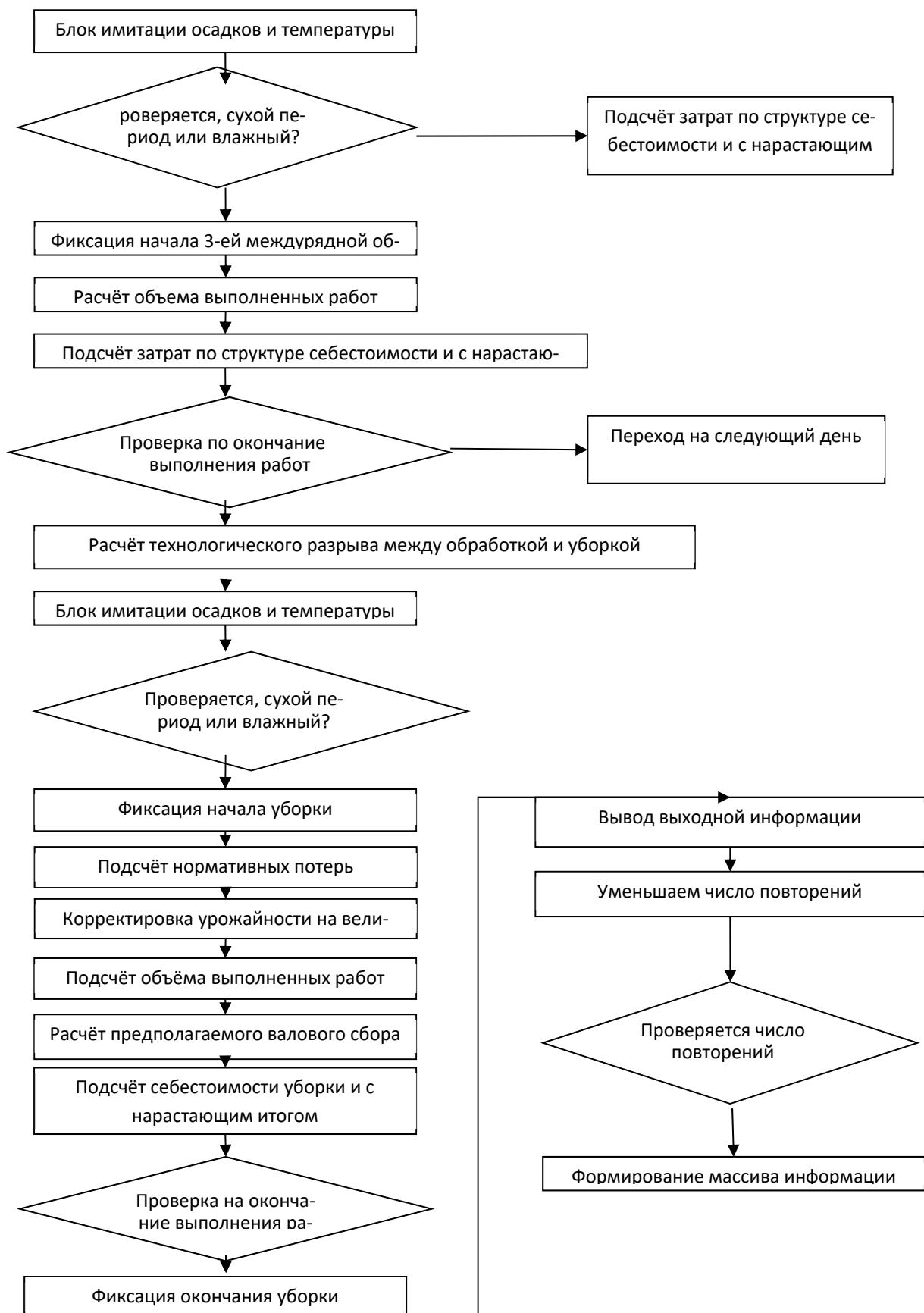


Рис. 1 - Блок-схема имитационного моделирования производственных систем с учётом погодных условий

Рассмотрим другой фрагмент. Первоначально задаются объёмы работ, площади, занимаемые кукурузой, средние нормы выработки, объёмы используемых ресурсов. Кроме этого,

имеем нормативный информационный массив, затрат труда, семян, электроэнергии, горюче-смазочных веществ, удобрений, гербицидов, транспорта, текущий ремонт и прочие затраты.

Заключение. Использование имитационной модели позволяет рассмотреть альтернативные управляющие решения с экономической оценкой их эффективности по звеньям технологического процесса и для всего комплекса работ в зависимости от изменяющихся погодных условий. Имитационное моделирование принятия управляющих решений при возделывании кукурузы может быть использовано для априорной оценки урожайности и валового сбора продукции, а также для решения задач, стоящих перед специалистами хозяйства. Практика показывает, что использование дополнительных ресурсов не всегда оправданно экономически. Для априорной оценки вводимых дополнительных ресурсов и обоснованности планирования увеличения урожайности и валовых сборов продукции кукурузы необходимы достоверные прогнозы погоды на время проведения полевых работ.

Библиография

1. Коломейченко В. В. Растениеводство: Учебник / В. В. Коломейченко // М.: Агробизнесцентр. – 2007. – 600 с.
2. Растениеводство Центрального Черноземья России: Учебник / Под ред. В. А. Федотова, С. В. Кадырова. – Воронеж. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2019. – 581 с.
3. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. 2-е изд., перераб. и доп. / Н. И. Володарский // М.: Агропромиздат. – 1986. – 187 с.
4. Третьяков Н. Н. Кукуруза в Нечерноземной зоне / Н. Н. Третьяков // М.: Колос. – 1974. – С. 92-96.
5. Шевченко В. А. Технология производства продукции растениеводства: Учебник / В. А. Шевченко, О. А. Раскутин, Н. В. Скороходова. – М.: КМК. – 2004. – 382 с.
6. Посыпанов Г. С. Растениеводство: Учебник / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Б. Х. Жеруков. – М.: КолосС. – 2006. – 612 с.
7. Ничипорович А. А. О методах и изучения фотосинтеза как фактора урожайности / А. А. Ничипорович // Тр. ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – М., 1995. – т. 10. – С. 210-248.
8. Тагиров М. Ш. Адаптивные технологии производства экологически безопасной зерновой продукции и воспроизводство почвенного плодородия / М. Ш. Тагиров, Р. С. Шакиров // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук : научно-теоретический журнал. - 2014. - № 2. - С. 19-21.
9. Доманов Н. М. Разработка и оценка технологий возделывания кукурузы на зерно / Н. М. Доманов, К. Б. Ибадуллаев, Ж. Ю. Горохова // Белгородский агромир : журнал об эффективном сельском хозяйстве. - 2011. - № 1. - С. 20-21.
10. Мамедова П.М. Влияние условий возделывания на урожайность и кормовое качество зерен кукурузы / П. М. Мамедова // Аграрная наука : научно-теоретический и производственный журнал. - 2015. - № 2. - С. 12-13.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.
12. Пармакли Д.М. К вопросу оценки устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур / Д. М. Пармакли // Международный сельскохозяйственный журнал: научно-производственный журнал о достижении мировой науки и практики в агропромышленном комплексе. - 2018. - № 1. - С. 61-64.
13. Погонишева Д. А. К адаптации технологий возделывания / Д. А. Погонишева, А. М. Хлопяников, В. Н. Наумкин // Кукуруза и сорго. – 1994. – № 5. – С. 2-4.
14. Сумма эффективных температур в период всходы-цветение родительских форм гибридов кукурузы в различных условиях выращивания / В. С. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго: научно-производственный журнал. - 2012. - № 1. - С. 15-18.
15. Наумкин В. Н. Займемся прогнозированием / В. Н. Наумкин, Л. Н. Мочалова, Д. А. Погонишева // Кукуруза и сорго. – 1993. – № 3. – С. 19-21.
16. Прогнозирование урожайности кормовых культур / В. Н. Наумкин, Н. А. Лопачев, Г. В. Хлопяникова, Д. А. Погонишева, А. М. Хлопяников // Кормпроизводство. – 1998. – № 11. – С. 2-3.

References

1. Kolomeychenko V.V. Crop production: Textbook/V.V. Kolomeychenko//M.: Agribusiness Center. - 2007. - 600 s.
2. Crop production of the Central Black Earth Region of Russia: Textbook/Edited by V. A. Fedotov, S. V. Kadyrov. - Voronezh. - FSBOU VO Voronezh GAU. - 2019. - 581 p.
3. Volodarsky N.I. Biological foundations of maize cultivation. 2nd ed., Redesign. and additional/N. I. Volodarsky//M.: Agro-industrial publishing house. - 1986. - 187 p.
4. Tretyakov N. N. Kukuruzza in the Non-Black Earth Zone/N. N. Tretyakov//M.: Kolos. - 1974. - S. 92-96.

5. Shevchenko V. A. Crop production technology: Textbook/V. A. Shevchenko, O. A. Raskutin, N. V. Skorokhodova. - M.: KMK. - 2004. - 382 s.
6. Spryanov G. S. Crop production: Textbook/G. S. Spryanov, V. E. Dolgodvorov, B. Kh. Zherukov. - M.: KolosS. - 2006. - 612 s.
7. Nichiporovich A. A. On methods and study of photosynthesis as a factor of yield/A. A. Nichiporovich//Tr. plant physiology named after K. A. Timiryazev. - M., 1995. - vol. 10. - S. 210-248.
8. Tagirov M. Sh. Adaptive technologies for the production of environmentally safe grain products and the re-production of soil fertility/M. Sh. Tagirov, R. S. Shakirov//Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences: scientific and theoretical journal. - 2014. - No. 2. - S. 19-21.
9. Domanov N. M. Development and evaluation of technologies for cultivating corn for grain/N. M. Domanov, K. B. Ibadullaev, Zh. Yu. Gorokhova//Belgorod Agromir: journal on efficient agriculture. - 2011. - No. 1. - S. 20-21.
10. Mammadova P.M. Influence of cultivation conditions on the yield and fodder quality of corn grains/P. M. Mamedova//Agrarian science: scientific, theoretical and production journal. - 2015. - No. 2. - S. 12-13.
11. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (for example, Belgorod region) [Text]/A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al.- Belgorod: Izd. Constant, 2014.- 462 p.
12. Parmakli D.M. On the issue of assessing the sustainability of crop yields/D. M. Parmakli//International Agricultural Journal: a scientific and production journal on the achievement of world science and practice in the agro-industrial complex. - 2018. - No. 1. - S. 61-64.
13. Pogonysheva D. A. To the adaptation of cultivation technologies/D. A. Pogonysheva, A. M. Khlopyanikov, V. N. Naumkin//Kukuruza and sorghum. - 1994. - No. 5. - S. 2-4.
14. The sum of effective temperatures during the germination-flowering of parental forms of maize hybrids in various growing conditions/V. S. Sotchenko [et al.]//Corn and sorghum: scientific and production journal. - 2012. - No. 1. - S. 15-18.
15. Naumkin V. N. We will be engaged in forecasting/V. N. Naumkin, L. N. Mochalova, D. A. Pogonysheva//Corn and sorghum. - 1993. - No. 3. - S. 19-21.
16. Prediction of the yield of fodder crops/V. N. Naumkin, N. A. Lopachev, G. V. Khlopyanikova, D. A. Pogonysheva, A. M. Khlopyanikov//Fodder production. - 1998. - No. 11. - S. 2-3.

Сведения об авторах

Крюков Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, и. о. заведующий кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Наумкин Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Наумкина Лидия Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Хлопяников Александр Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры охраны труда, безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Брянский ГУ, ул. Бежецкая, д. 14, г. Брянск, Россия, 241011.

Хлопяникова Галина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенного дела и маркетинга, ФГБОУ ВО Брянский ГУ, ул. Бежецкая, д. 14, г. Брянск, Россия, 241011.

Демидова Анна Геннадьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения им. профессора В.И. Тюльпанова, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, ул. Мира, д. 302, г. Ставрополь, Россия, 395017.

Information About Authors

Alexander Kryukov, candidate of agricultural sciences, and. about. Head of the Department of Crop Production, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, st. Vavilova, d. 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503.

Naumkin Viktor Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Crop Production, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, st. Vavilova, d. 1, p. Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503.

Naumkina Lidia Alekseevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Crop Production, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, st. Vavilova, d. 1, p. Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503.

Khlopyanikov Alexander Mikhailovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Labor Protection, Life Safety, FSBOU VO Bryansk GU, ul. Bezhetskaya, d. 14, Bryansk, Russia, 241011.

Khlopyanikova Galina Viktorovna, candidate of economic sciences, associate professor of the Department of Customs Affairs and Marketing, Bryansk State Agrarian University, ul. Bezhetskaya, d. 14, Bryansk, Russia, 241011.

Demidova Anna Gennadyevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor V.I. Tulipanova, Stavropol State Agrarian University, st. Mira, d. 302, Stavropol, Russia, 395017.

Е.В. Ковалёва, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин, О.С. Кузьмина, Е.В. Голованова

ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ С ПОМОЩЬЮ КАТЕННОГО ПОДХОДА

Аннотация. Исследования влияния возраста сельскохозяйственного освоения на топогенные сопряжения почв проводились в Белгородской области на двух ключевых участках, соответствующих широколиственно-лесному и лугово-степному зональным ландшафтам лесостепи. В агроэкосистемах важно поддерживать почвенный агроэкологический потенциал и его продуктивность, который прямым образом, влияет на развитие систем земледелия. Цель исследования заключалась в оценке влияния сельскохозяйственного освоения разных лет на свойства пахотных почв. В результате полевых исследований был изучен 41 разрез на широколиственно-лесном ключевом участке (13 разрезов на фоновом участке, по 14 разрезов на распахиваемых катенах разного возраста освоения) и 32 разреза на лугово-степном участке (6 разрезов на фоновых катенах и по 12 разрезов на распахиваемых катенах). Каждый разрез был обеспечен послойными значениями морфометрических показателей почвенных горизонтов. Общей закономерностью, характеризующей агрогенную эволюцию топогенных сопряжений почв южной и северной экспозиции, выступает их проградация в черноземные почвы по мере увеличения возраста использования. Наиболее существенная трансформация морфологических признаков почв наблюдалась в нижней, наиболее увлажненной части склонов, в пределах которой более интенсивными темпами происходила эволюционная трансформация серых лесных почв в черноземы. Нами были выявлены следующие группы внешних антропогенных факторов, которые, непосредственно, сказываются на плодородии почвы после длительного сельскохозяйственного освоения: механические (давление на почву и ее обработка агротехникой, создание микро- и нано-рельефов); организационно-территориальные (линейные рубежи и лесополосы); химические (удобрения, вносимые, хоть и в небольших количествах, но влияющие на микроэкосистему исследуемых участков).

Ключевые слова: пахотные земли, серые лесные почвы, чернозёмы, экспозиция склонов, динамика изменения, сельскохозяйственное освоение

IMPACT OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL FOREST STEPPE SOILS THROUGH KATENAS ROLLED

Abstract. Studies of the influence of the age of agricultural development on topogenic soil interfaces were carried out in the Belthe region on two key sites corresponding to broad-forest and meadow-steppe zone landscapes of forest steppe. In agroecosystems, it is important to maintain soil agroecological potential and its productivity, which directly influences the development of farming systems. The aim of the study was to assess the impact of agricultural development of different years on the properties of arable soils. As a result of field studies, 41 sections were studied on the broadleaf key section (13 sections on the background section, 14 sections on the open rolls of different age of development) and 32 sections on the meadow-steppe section (6 sections on the background rolls and 12 sections on the open rolls). Each section was provided with layer-by-layer values of morphometric indicators of soil horizons. The general pattern characterizing the agrogenic evolution of topogenic conjugations of soils of the southern and northern exposures is their pro-gradation into blackearth soils as the age of use increases. The most significant transformation of soil morphological features was observed in the lower, most moistened part of the slopes, within which the evolutionary transformation of grey forest soils into black earth took place at a more intense rate. We have identified the following groups of external anthropogenic factors that directly affect the fertility of the soil after long-term agricultural development: mechanical (pressure on the soil and its processing by agricultural machinery, the creation of micro- and nano-reliefs); organizational-territorial (linear lines and forest belts); chemical (fertilizers introduced, albeit in small quantities, but affecting the microecosystem of the study sites).

Keywords: arable land, agricultural development, blackness, dynamics of change, grey forest soils, slope exposition

Введение. Суть катенного подхода к анализу почвенных закономерностей сводится к выделению в любой местности одного или нескольких модельных геоморфологических профилей (цепей), проходящих от самого высокого места территории к самому низкому. Профиль градуируется вдоль рельефа по отдельным факторам (влажности, температуре и т.д.) или совокупности ландшафтных признаков. Верхние участки цепи - самая сухая часть катены, нижние - самая влажная. Сверху вниз по катене большинство факторов меняется последовательно

и плавно, т.е. градиентно». Поэтому катена служит механизмом выявления экологических возможностей разных видов растений, животных, микроорганизмов, их совокупностей и экосистем в целом. Как отмечается в литературе (Мордкович и др., 1985), изменение многих биологических параметров (численности, разнообразия, биомассы организмов, биологической продуктивности и т.д.) вдоль ряда биогеоценозов одного геоморфологического профиля (катены) описывается колоколообразными кривыми.

Катена привлекательна тем, что представляет собой по масштабу среднее звено структуры ландшафта, промежуточное между элементарной ячейкой биосферы - биогеоценозом - и таким крупным выделом, как ландшафт. Это полигон, где происходят эволюция почв, сукцессии растительного покрова и животного населения (Раменский, 1952; Караваева, 1982).

Практическое выделение катен на местности имеет известные трудности, связанные с проблемой соответствия теоретических моделей конкретным сочетаниям природных элементов. Необходимо отметить, что понятие «катена» (в переводе с латинского языка означает «цепь») в научный лексикон вошло благодаря трудам исследователя почв Восточной Африки Джоффри Милна, внесшего неоценимый вклад в познание тропических почв (Milne, 1936). Детально изучив почвенный покров многих районов Африки, он установил, что нет сплошного, зонального распространения одного типа почв, а существуют их закономерные сочетания. Эти сочетания он назвал катеной. Именно им было установлено, как отдельные почвы - звенья этой цепи - связаны между собой благодаря поверхностному и внутрпочвенному стоку вод. Как отмечает В.В.Добровольский, по сути дела Милн подошел «к идее о геохимическом сопряжении ландшафтов» (Добровольский, 1977, с.90).

В русскоязычной литературе определение катены существенно отличается от западноевропейской четкой разработкой понятий элювиального (отсутствие привноса вещества кроме атмосферных осадков) и аккумулятивного (отсутствие выноса вещества) элементарных ландшафтов как характерных начального и конечного элементов катены (Полынов, 1935). М.А. Глазовская (1983) дополнила это представление понятием «транзитные ландшафты», которые располагаются линейно между элювиальным и аккумулятивным и отличаются различным соотношением привноса и выноса веществ.

Совершенно очевидно, что границы между отдельными элементарными ландшафтами должны проводиться по совокупности признаков, так как один из компонентов биогеоценоза может не обнаруживать важных изменений, в то время как другие хорошо разграничиваются при переходе от одного элементарного ландшафта к другому. К таким компонентам биогеоценозов, чутко реагирующим на изменение рельефа, относят почвы.

Западноевропейская концепция катены допускает признание любой произвольно выбранной части склона, в то время как концепция, изложенная в русскоязычной литературе, позволяет считать катеной только весь склон, так как на нем есть только один элювиальный и один аккумулятивный ландшафт. Остальные ландшафты - транзитные между ними. Если склон имеет сложный рельеф, то на нем можно выделить катену первого порядка, а в ее пределах - катены второго порядка, каждая из которых имеет свои элювиальные и аккумулятивные элементарные ландшафты. Примеры изучения почвенных катен на юге лесостепи с позиций подходов русскоязычной концепции имеются в работах ряда ученых (Чендев, 2008, Лисецкий, 2000). Именно их опыт нами был применен в данной работе.

Известно, что рельеф оказывает значительное влияние на почвообразование вследствие перераспределения веществ различными видами стока. Однако, до настоящего времени, эти явления изучены недостаточно, хотя склоны нередко занимают гораздо большие площади, нежели выровненные водоразделы.

Вопрос о различиях в увлажнении разных частей склонов рассматривался в работах многих исследователей, показавших, что влажность почвы на склонах в целом возрастает сверху вниз. Причиной увеличения влажности почвы на нижних частях склонов считается возрастание слоя стока и усиление впитывания влаги вниз по склону; при этом известно, что сплошной слой воды на поверхности почвы образуется очень редко. Как правило, вода кон-

центрируется по микропонижениям, образуя многочисленные струи и ручейки. В местах образования струй и ручейков происходит смыв и заплывание почвы, а впитывание воды здесь не усиливается, но ослабевает, или почти прекращается. Г.И. Швевс (1974) по этому поводу указывает на то, что с увеличением длины склона усиливается и степень эродированности, что приводит к снижению поглощения влаги, причем, при переходе от не смытых почв к смытым влажность почвы нередко уменьшается. Неравномерное увлажнение разных частей склона и элементов рельефа создается вследствие перераспределения по склону осадков теплого полугодия, температуры приземного слоя воздуха и почвы, неодинакового расхода влаги на испарение.

Увлажнение почвы за счет летних дождей тоже неравномерно в различных местоположениях. В пределах ограниченной территории вода от дождей притекает равномерно по всей площади, но в дальнейшем происходит ее перераспределение. На вершины холмов и водоразделы вода поступает только от дождей, часть ее проникает в почву, часть стекает вниз по склонам. На склонах дождевая вода частично впитывается, частично стекает вниз (по склону), но здесь приход воды увеличивается по сравнению с вершинами и верхними частями склонов за счет воды, притекающей с вышележащих участков. Приток дополнительной влаги на склонах прямого и вогнутого профиля растет вниз по склону, достигая максимальных величин у подножий склонов и в долинах. Таким образом, перераспределение осадков в пересеченной местности является одной из причин различий во влагозапасах в почвах различных форм рельефа. Причем сток дождевых вод на склонах может иметь место при отсутствии его выровненных участков (Огунлейе, 2004).

Очень большое влияние на поглощение дождевой воды почвой склонов оказывает агротехника. Суть агротехнических мероприятий на склонах сводится к уменьшению склонового стока. Распашка поперек склона уменьшает весенний сток примерно в 3 раза по сравнению с продольной распашкой. На степень перераспределения влаги оказывают влияние экспозиция, длина и форма склонов, а также количество и интенсивность атмосферных осадков (Каштанов, 1984).

Материалы и методы исследования. В ходе проведенного исследования катенарных сопряжений почв Центральной лесостепи применялся комплекс различных методов. Главными из них были: обзор и анализ научной литературы (научно-поисковый метод), историко-картографический, полевой, методы почвенных агрохронорядов, метод лабораторного анализа почв, сравнительно-географический метод исследования.

Историко-картографический метод был использован в качестве источника информации для выбора участков исследования, установления возраста распашки почв, а также для картографирования пахотных угодий разного возраста освоения.

Для выбора первого (широколиственно-лесного) участка исследований нами были проанализированы исторические карты, в том числе: «Генерального Плана Белгородского Уезда» (1785 год), «Военно-топографическая карта Курской губернии» (1864 год), карта В.Н. Сукачева (1903 год), на основе которых проводился выбор объектов с различной историей освоения территории (рис. 1).

Для выбора второго участка нам понадобились материалы Российского государственного архива древних актов (РГАДА, г. Москва), на основании которых был установлен возраст земледельческой обработки почв, изучаемых катен на лугово-степном ключевом участке исследований. Возраст молодой пашни составлял 140 лет, а старой пашни – 240 лет.

Сравнительно-географический метод заключался в сравнительном анализе свойств фоновых и пахотных почв, а также пахотных почв разного возраста распашки и выявлении закономерностей их агротехногенной трансформации.

Метод почвенных агрохронорядов являлся одним из главных и был основан на сравнительном анализе строения и свойств почвенных профилей на фоновых участках с естественной растительностью и на пашнях разных сроков сельскохозяйственного освоения. Также в расчет бралась экспозиция склонов (северная и южная).

Полевое исследование почв на выбранных ключевых участках предполагало следующие виды работ: закладка почвенных разрезов, описание строения почвенных профилей, фотографирование передних стенок почвенных разрезов, определение плотности почвы с помощью стальных колец; отбор почвенных образцов на лабораторные анализы. Почвенные образцы для анализов отбирались в пределах 2-х метрового профиля почв через каждые 10 см до глубины 40 см и через каждые 20 см от глубины 40 см до 200 см.

Каждая проба почвы представляла собой смешанную массу почвы, которая отбиралась в нескольких местах разреза на аналогичной глубине. Описание почвенных профилей проводилось в соответствии с традиционной методикой описания почвенных разрезов (Классификация..., 1977). В каждой точке на известной глубине с помощью стальных колец известного объема в трехкратной повторности отбиралась проба, затем определялась средняя плотность (объемная масса).

В результате полевых исследований был изучен 41 разрез на широколиственно-лесном ключевом участке (13 разрезов на фоновом участке, по 14 разрезов на распахиваемых катенах разного возраста освоения) и 32 разреза на лугово-степном участке (6 разрезов на фоновых катенах и по 12 разрезов на распахиваемых катенах). Каждый разрез был обеспечен послойными значениями морфометрических показателей почвенных горизонтов и глубины залегания карбонатов.

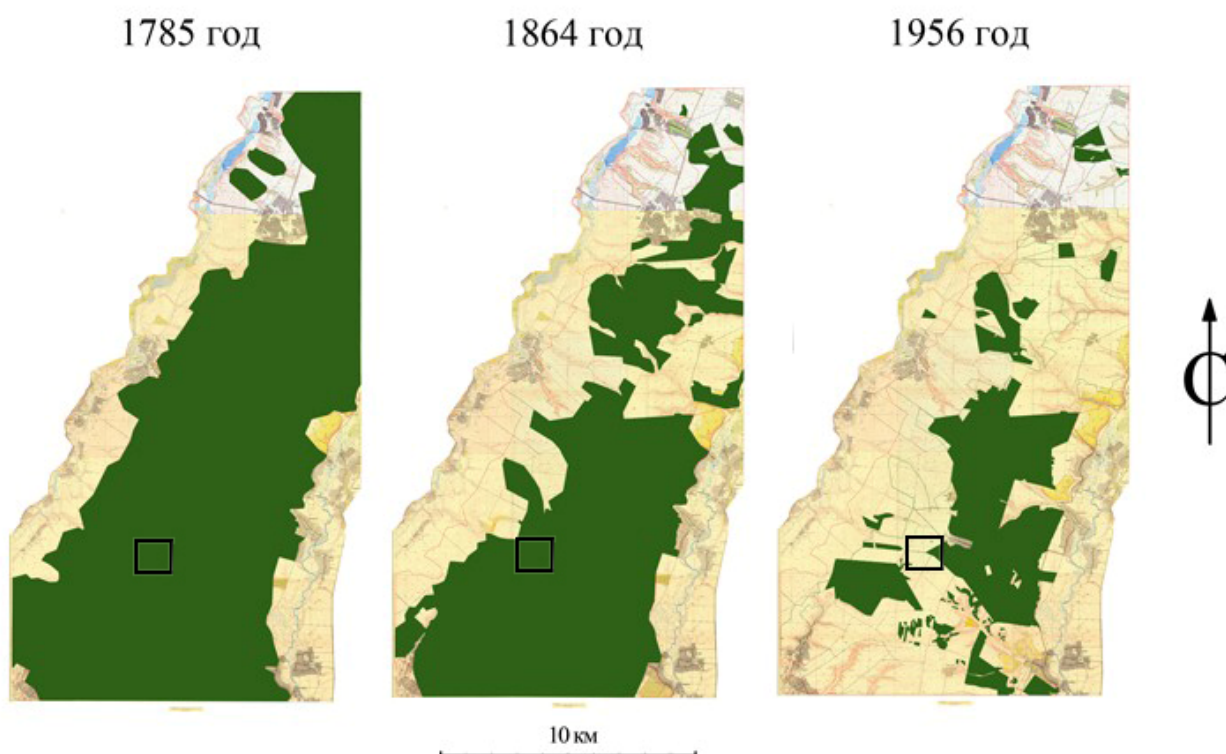


Рис. 1 - Изменение лесистости на территории участка «Батрацкая дача» и в его окрестностях за последние 230 лет. Рамкой выделена территория исследования

Методы лабораторного анализа почв включали определение плотности сложения (объемной массы), гранулометрического состава (включая содержание илистой фракции) по методу Качинского, общего гумуса по Тюрину, содержания CO_2 карбонатов по Тюрину в модификации Симакова. В общей сложности были проанализированы 380 образцов почвы участка исследования «Батрацкая дача» и 321 образец участка «Курасовка». Все вышеперечисленные анализы для каждой пробы выполнялись в двукратной повторности во избежание ошибок определения показателей.

Первым из исследуемых участков под названием «Батрацкая дача» расположен в 20 км от города Белгорода в 2 км к юго-востоку от пос. Батрацкая дача Шебекинского района Белгородской

области (50°34'20''с.ш.; 36°47'50'' в.д.). Объекты исследования представляли собой разновозрастные пахотные участки с возрастом сельскохозяйственного освоения 100 и 160 лет соответственно. По изученным картографическим данным нами было установлено, что до начала сельскохозяйственного освоения эти участки были заняты широколиственным лесом.

Также, для изучения изменений почвы под влиянием сельскохозяйственной обработки, был исследован фоновый участок под массивом естественного широколиственного леса. Подбирались склоны, близкие по длине и форме – от ровного водораздела до местного базиса эрозии (днища балки).

Фоновый лесной участок представляет собой две катены, которые простираются вниз по склонам балки контрастных экспозиций (южной и северной). На днище балки был заложен общий разрез для двух катен. Всего было заложено по 7 разрезов на каждой катене. Максимальная крутизна склонов в трансэлювиальных позициях составляла 5-6°.

Участки со 100- и 160-летним сельскохозяйственным освоением изучались на удалении 1,5-2 км от фоновых катен (рис. 2).

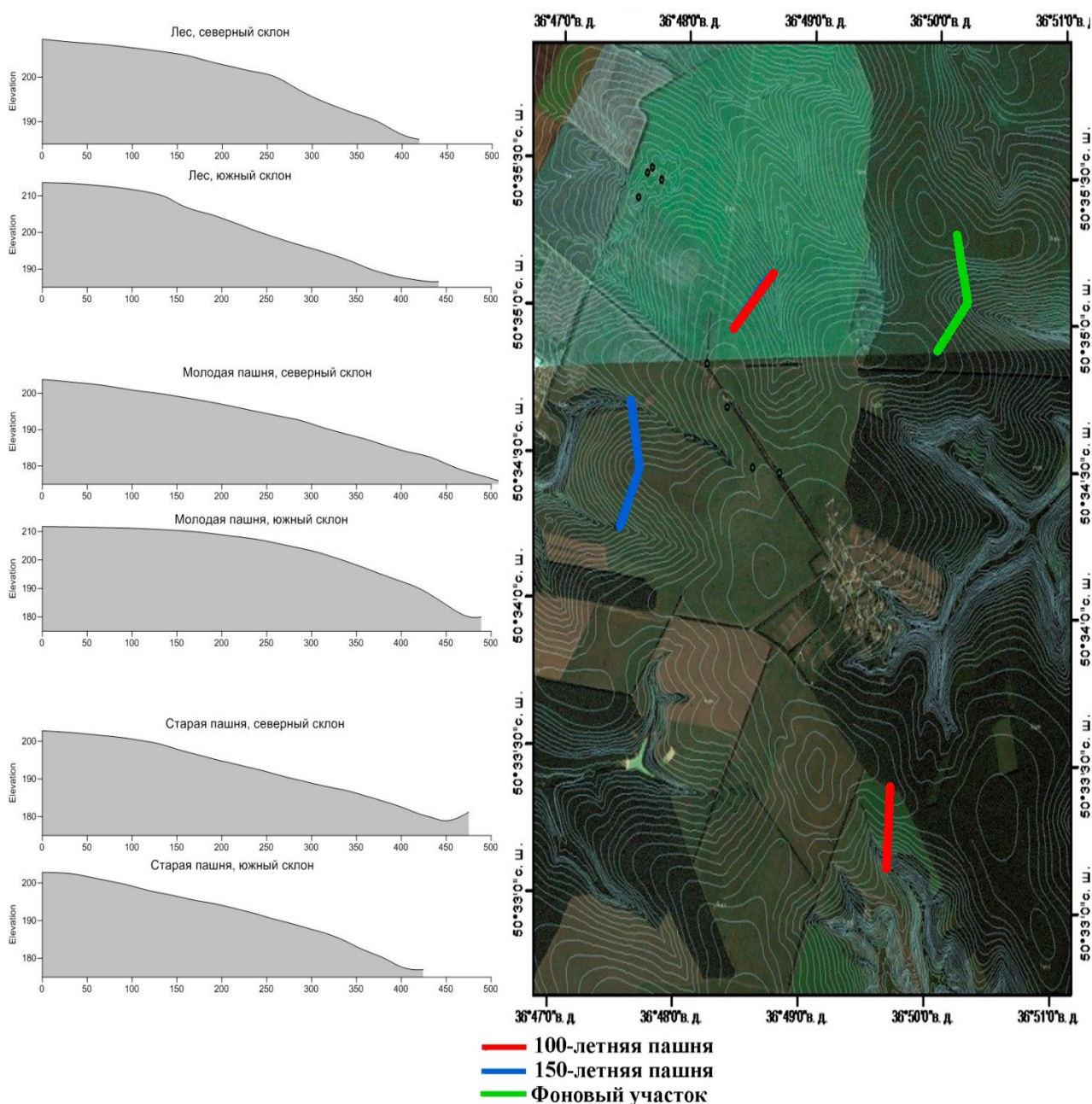


Рис. 2 - Профили катен, на которых проводились полевые исследования и космоснимок, наложенный на топографическую основу территории исследования (участок «Батрацкая дача»)

Они представляют собой балочные склоны (участки 100-летней распашки), а также склоны увала, разделяющего две балки (участки 160-летней пашни). Крутизна поверхности на указанных участках не превышала 5-6°. Форма и длина склонной пахотных катен подбиралась близкой к фоновым аналогам. Всего было заложено по 6-7 разрезов на каждой пахотной катене.

Второй исследуемый ключевой участок под названием «Курасовка», соответствующий лугово-степному ландшафту лесостепи, расположен на пашнях юго-восточнее поселка Курасовка Ивнянского района, а фоновые участки – в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский того же района Белгородской области.

Данные участки были выбраны по аналогии с условиями выбора катен на широколиственно-лесном участке. Их поиск на территории лугово-степного ландшафта лесостепи представлял собой выявление сочетаний пахотных почв склонов южной и северной экспозиции с наиболее характерными для юга Центральной России параметрами склонов.

В выявленных для исследования катенах средняя длина склонов составляла 500-550 м. Они являются выпуклыми по своей форме и имеют крутизну от 0-2° на вершине до 4-6° в нижней части. На каждой из четырех распахиваемых катен (по две полярных экспозиций на недавно освоенном (140 лет распашки) и на старопашотном (более 230 лет распашки) угодьях), было заложено по 6 почвенных разрезов. Все точки заложения этих разрезов на каждой катене выбирались с тем условием, что у них будут позиционные аналоги на противоположном склоне и на склонах катен другого возраста распашки (рис. 3).

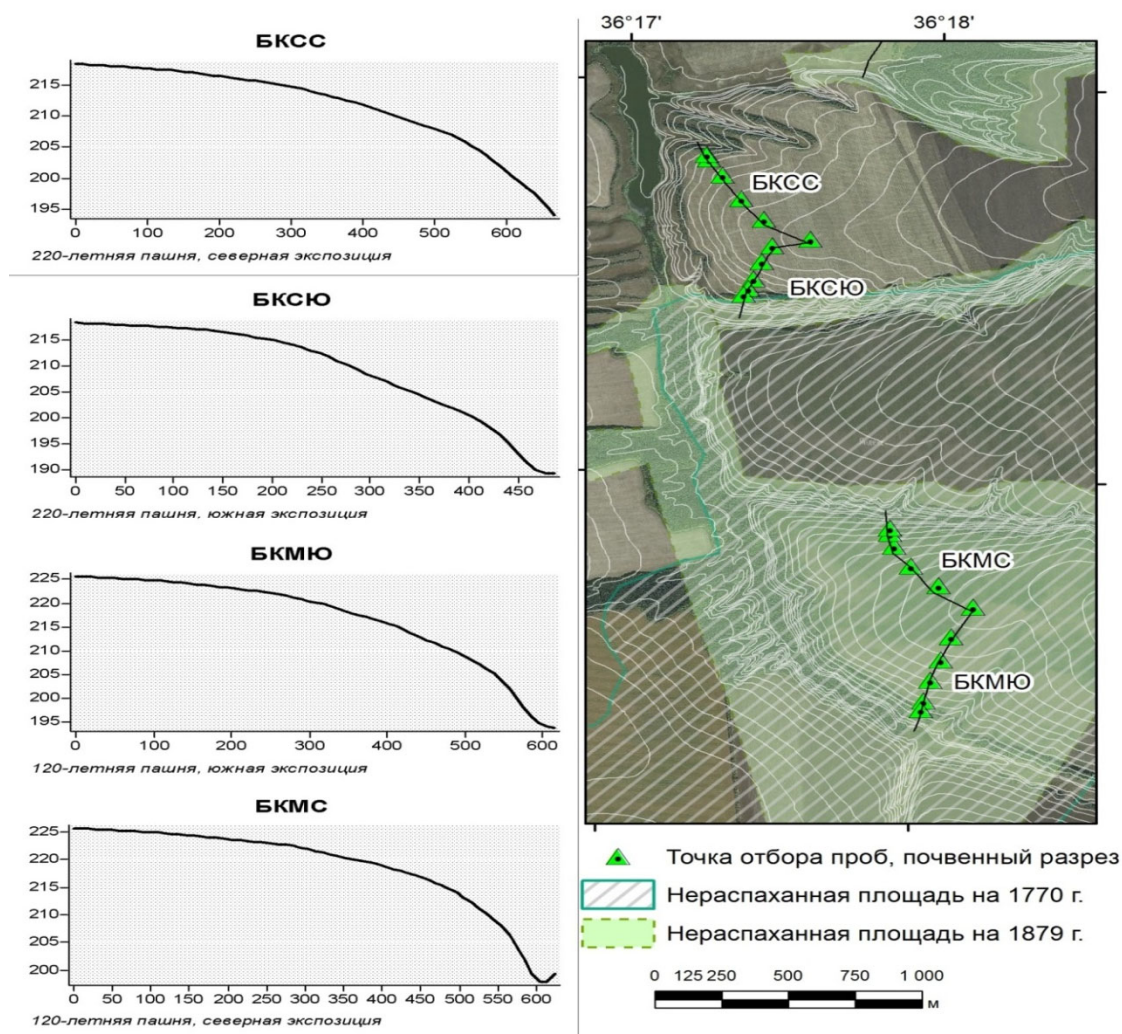


Рис. 3 - Профили катен, на которых проводились полевые исследования и космоснимок, наложенный на топографическую основу территории исследования (участок «Курасовка»)

Поиск фоновых катен сопровождался определенными трудностями в силу значительной освоенности территории и обнаружить нетронутые распашкой, а также другими видами хозяйственной деятельности участки почвенного покрова было непросто. Тем не менее, такие катены были выявлены в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский. Были найдены участки, максимально схожие по морфометрическим и морфологическим признакам пахотных аналогам.

На двух фоновых катенах северной и южной экспозиций были заложены по 3 разреза, верхний из которых соответствовал абсолютно ровному водоразделу (близкий аналог местоположений разрезов 1 и 2 на пашнях), средний разрез соответствовал позициям разрезов 3 и 4 на пашнях, а самый нижний разрез – местоположению разрезов 5 и 6 в нижних частях изучаемых склонов на пашнях. Расстояние между изучаемыми профилями почв фоновых катен составило 180-200 м. Ограниченность точек исследования фоновых катен определялась погодными условиями периода их исследования, не позволившими детально (путем заложения 6 почвенных разрезов на каждой фоновой катене) их изучить.

Результаты и обсуждения. Общей закономерностью, характеризующей агрогенную эволюцию топогенных сопряжений почв южной и северной экспозиции, выступает их проградация в черноземные почвы по мере увеличения возраста распашки.

Особенно заметно данный процесс протекает в почвах катен северной экспозиции, 100-летний период эксплуатации которых уже отразился на исчезновении элювиальной части почвенных профилей, имеющих горизонты с индексом A2 (A1A2, A1A2B, A2B), их замещении горизонтами A1 и A1B черноземов. В почвах катены южной экспозиции 100-летнего периода распашки в верхней части катены еще были идентифицированы признаки элювиальных горизонтов темно-серых лесных почв (A1A2, A1A2B, BA2). В почвах старопахотных катен (с возрастом освоения 150 лет) северной и южной экспозиции указанные выше горизонты элювиальной части почвенных профилей уже отсутствовали, заместившись горизонтами A1, A1B, BA1 черноземов. О лесном прошлом данных почв напоминали лишь текстурно-дифференцированные горизонты Bt с ореховатой структурой, кутанами и пленками иллювиирования - непосредственно ниже гумусовых профилей новообразованных агрогенных черноземов. Наиболее существенная трансформация морфологических признаков почв наблюдалась в нижней, наиболее увлажненной части склонов, в пределах которой более интенсивными темпами происходила эволюционная трансформация серых лесных почв в черноземы. Что касается следующего физического параметра свойств почвы – плотности, то исследование проводилось во всех катенах по пяти глубинам: 5, 20, 55, 90 и 150 см в трехкратной повторности во всех почвенных катенах. Нами было установлено, что плотность почв на участке «Батрацкая дача» изменяется в пределах 0,75-1,74 г/см³. Примеры распределения показателя с глубиной приводятся на рисунке 4.



Рис. 4 - Вертикальное распределение плотности почв на участке «Батрацкая дача» (для примера взят разрез № 3 на трех катенах северной экспозиции)

Под лесом отмечаются наиболее значительные различия в показателях плотности между верхним и нижним горизонтами. На пашнях из-за роста значений плотности (плотность почв верхних горизонтов возрастает от 0,75 до 1,35 г/см³) эти различия уменьшаются. При этом необходимо отметить, что максимальные значения в плотностях почв зафиксированы нами в середине большинства разрезов, что может быть связано с процессом иллювиирования веществ в среднюю часть почвенных профилей. Минимальные значения плотности верхних горизонтов почв под лесом не отмечаются больше нигде из исследуемых нами катен на пашнях, что связано с природными особенностями формирования здесь воздухопроницаемой рассыпчатой структуры почв и с разрушением этой структуры при распашке почв.

На пашнях профильное изменение показателя менее контрастное. Минимальными значениями и на молодой, и на старой пашне оказались верхние 20 см. По величине плотности подпахотные горизонты оказались практически идентичны пахотным и различия между ними часто не превышали 0,1 г/см³.

Характер радиального распределения плотностей почв в разных режимах землепользования отличается. Под лесом отмечаются наиболее высокие различия в плотностях между верхними и нижними горизонтами. Так, плотность почв верхних горизонтов составляет лишь 0,57-0,90 г/см³, резко увеличиваясь до глубины 20-30 см, где плотность достигает значений 1,36-1,58 г/см³. Глубже 30 см увеличение плотности лесных почв идет более плавно, достигая значений 1,71 г/см³.

На пашнях радиальное варьирование плотностей почв заметно ниже. Самыми рыхлыми на обеих пашнях оказались верхние 7 см со значениями 1,07-1,27 г/см³ на 100-летней пашне и 1,34-1,40 г/см³ на 160-летней пашне, в данный момент находящейся под залежью. При этом плотности пахотных горизонтов, за исключением верхних 7 см, практически аналогичны плотностям подпахотных горизонтов исследованных почв. Ниже 7 см варьирование плотностей почв наблюдалось в пределах 1,37-1,58 г/см³ на 100-летней пашне и 1,34-1,74 г/см³ на пашне 160-летнего возраста.

Средние плотности почв в почвенных колонках на водораздельных участках составили: 1,34-1,38 г/см³ под лесом; 1,40-1,47 г/см³ на «молодой» пашне; 1,55-1,60 г/см³ на «старой» пашне.

Одним из важнейших физических параметров почвы является гранулометрический состав. В гранулометрическом составе сильно преобладает илистая фракция. Так на фоновом участке на глубине более 60 см она достигает до 50% от содержания всех выделяемых фракций. Рост доли ила наблюдается также до глубин 160 и даже 200 см, что не может объясняться только изменением профильного характера показателя, обусловленного среди других причин, иллювиированием ила. Возможно, в исследуемых почвах влияние на гранулометрический состав оказывает также почвообразующая порода, в составе которой в большой степени присутствуют ил и пылеватая фракция. При этом, в лесу наблюдается более закономерная (с постепенным градиентом роста) картина распределения ила по профилю почв, чем на распаханых катенах (рис. 5).

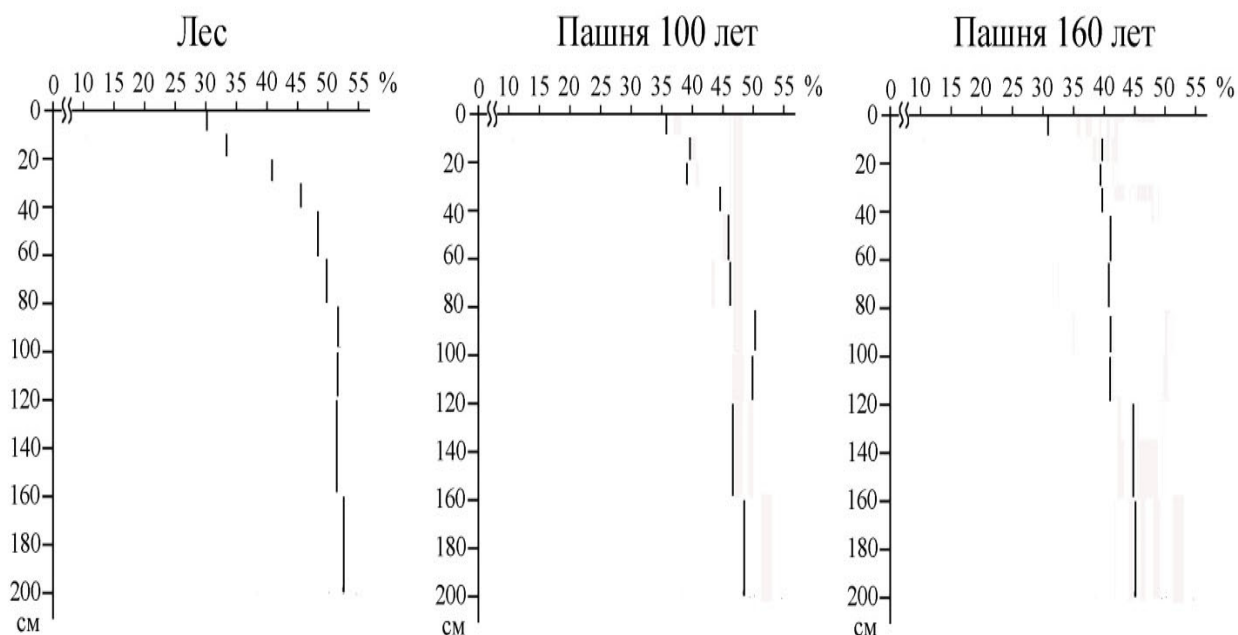


Рис. 5 - Вертикальное распределение запасов ила на исследуемом участке «Батрацкая дача» (для примера взят разрез №3 на трех катенах северной экспозиции)

Радиальное распределение отдельных гранулометрических фракций обнаруживает зависимость от типа землепользования и длительности распашки. Она приводит к сглаживанию радиальной дифференциации гранулометрического состава; в частности, повышается количество илистых частиц в пахотном горизонте за счёт гомогенизации верхних опесчаненных подгоризонтов с нижележащими, менее обеднёнными илом. В почвах пашни 160-летнего возраста выравнивание профильного распределения ила ещё более заметно. В последнем случае сильно выражена пространственная неоднородность гранулометрического состава, вероятно, связанная с усилением влияния зоогенной переработки почвенных профилей (слепышами).

На вершине векового аграрноосвоенного северного склона (в первом метре разреза) площадь под слепышами занимает 18% как и на южном склоне. Однако, в середине катены отмечается резкое изменение картины: площадь под слепышами на северном склоне остается равное 18%, но на южном – площадь сокращается до 5-7%, а местами не достигает и 2%. На втором метре разреза количество слепышей уменьшается и на двух катенах, но закономерность сохраняется. На северном, более увлажнённом, не превышает 1-2% (табл. 1, рис. 6).

Таблица 1 - Распределение площади занятые слепышами в исследуемых разрезах пашня 100 лет

№	0-50	50-100	100-150	150+
100 лет распашки северная экспозиция				
1	8%	10%	3%	1%
2	7%	11%	2%	1%
3	0%	2%	2%	2%
4	1%	19%	12%	9%
5	0%	21%	2%	1%
6	0%	0%	14%	1%
100 лет распашки южная экспозиция				
1	2%	14%	2%	0%
2	3%	11%	0%	0%
3	2%	2%	3%	0%
4	3%	6%	0%	0%
5	0%	4%	0%	0%
6	0%	7%	1%	0%

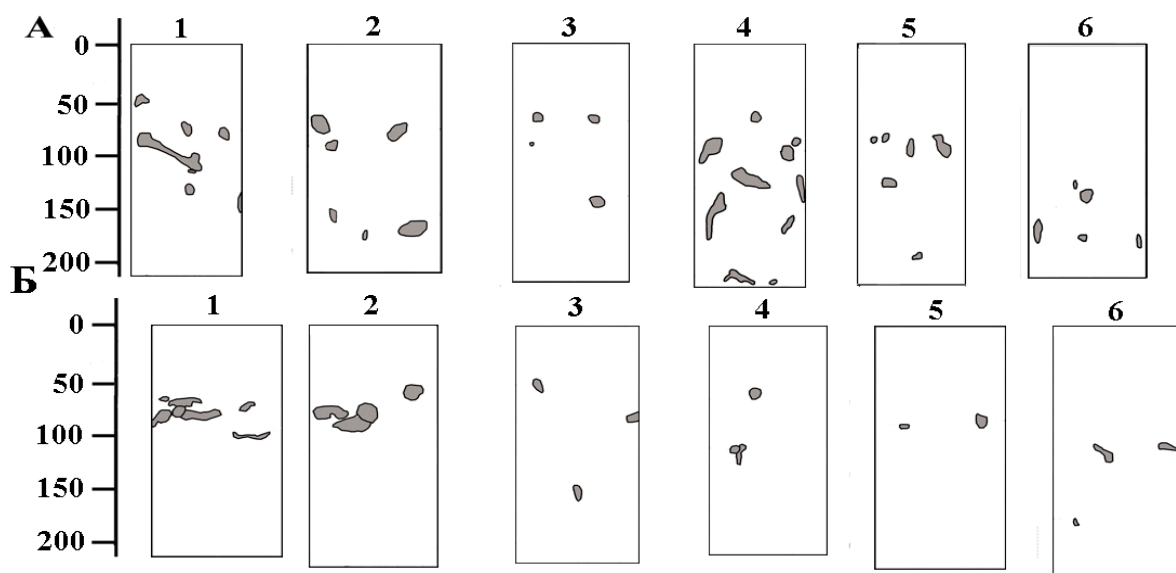
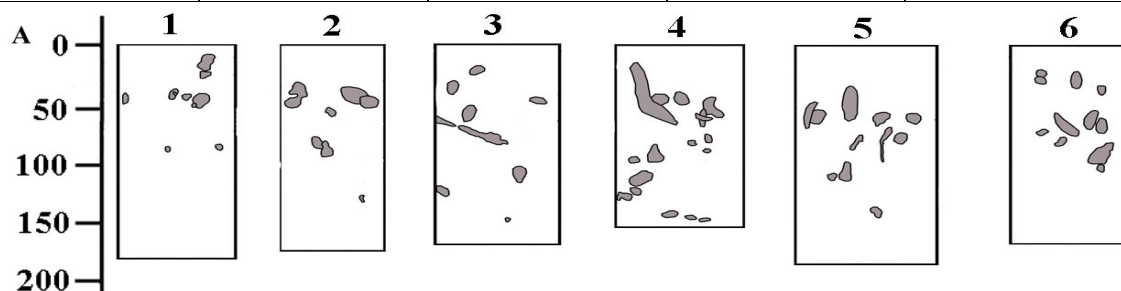


Рис.6 - Выделенные слепышины на 100-летних пашнях Северная экспозиция А и южная экспозиция Б

На пашне возрастом 160 лет наблюдается подобная картина (табл. 2, рис. 7). Причем на староосвоенной пашне эта закономерность выявляется с самой вершины катены. Площадь, покрытая слепышинами на северной экспозиции, в первом метре разреза занимает все те же 18%, а вот ниже по склону начинает увеличиваться до 30%. Тогда как на южном склоне в некоторых разрезах слепышины вообще не выделяются, либо составляют 2-3% от площади разреза. На склоне северной экспозиции площадь под слепышинами 6%, а на склоне южной экспозиции - от 1 до 3%.

Таблица 2 - Распределение площади занятые слепышинами в исследуемых разрезах пашня 160 лет

№	0-50	50-100	100-150	150+
160 лет распашки северная экспозиция				
1	23%	4%	0%	0%
2	14%	10%	3%	1%
3	11%	16%	5%	2%
4	17%	31%	16%	7%
5	3%	21%	4%	0%
6	9%	24%	2%	0%
160 лет распашки южная экспозиция				
1	25%	7%	0%	0%
2	0%	2%	5%	2%
3	0%	3%	3%	0%
4	0%	0%	0%	3%
5	1%	3%	2%	0%
6	0%	2%	4%	3%
7	0%	0%	1%	0%



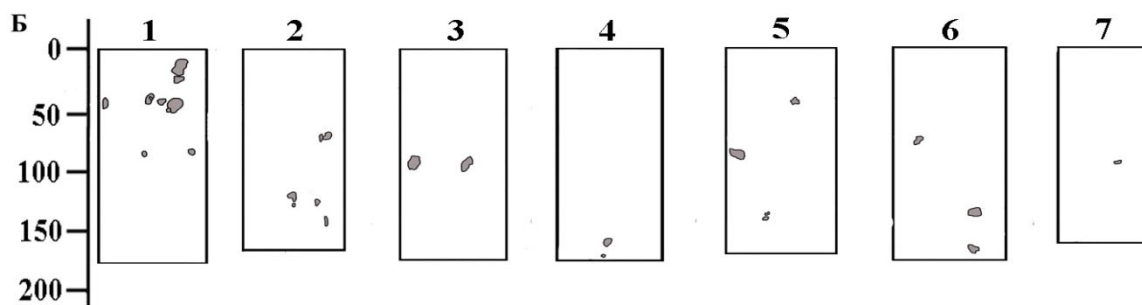


Рис. 7. Выделенные слепышины на 160-летних пашнях Северная экспозиция А и южная экспозиция Б

Эту закономерность можно объяснить тем, что на северном склоне кормовая база слепыша гораздо обширней, чем на южном склоне, где происходит более стремительное высыхание влаги, из-за чего корни растений могут иметь меньшую глубину распространения и меньшие запасы, а на северном склоне испарение менее интенсивное, что, вероятно, приводит к росту массы корней и увеличению кормовой базы для слепыша.

Заключение. В результате земледельческого освоения пахотных земель формирование первого максимума плотности в почвах было обнаружено на глубине 30-40 см, что связано с явлением «подплужной подошвы» – области подпахотной части профиля, на которую сказывается давление перемещающихся по поверхности почвы объектов (сельскохозяйственных животных или техники). Отметим, что данный максимум плотности обнаружен и на фоновом участке; несмотря на отсутствие распашки, здесь в прошлом, вероятно, уплотняющее влияние оказывали другие факторы такие, как выпас животных.

Во внутрикатенарных колебаниях плотности почв выделяется ряд общих тенденций, характерных для всех изученных катен. В целом, с увеличением крутизны склона от верхних катенарных позиций к нижним наблюдается увеличение плотности почв в гумусовых и переходных горизонтах. При этом максимальные значения наблюдаются в нижних звеньях катен, приуроченных к участкам выполаживания склона перед напашью, повышенные значения плотности здесь наблюдаются в верхних горизонтах. Вероятно, уплотнению здесь на склонах северных экспозиций способствует ухудшение структуры, возникшее из-за признаков слитизации в гумусовых горизонтах изученных почв. Данные признаки были обнаружены при морфологическом описании почвенных профилей в виде упакованной глыбистой структуры, в отличие от комковатой, характерной для почв более верхних склоновых позиций. Слитизация возможна из-за привноса в нижние звенья катен с почвенными растворами катионов Mg, наличие которого в почвенном поглощающем комплексе приводит к разрушению структуры и формированию глыбистости.

Также, повышенная плотность наблюдается в почвах средних звеньев катен инсолируемых склонов. Предположительно, она обусловлена проявлением эрозионных процессов, благодаря которым происходит приближение к поверхности более плотных слоев почвообразующей породы.

В радиальное распределение гранулометрического состава вносит вклад исходная неоднородность почвообразующих пород. На фоновых участках с глубиной обнаруживается постепенное утяжеление за счёт роста доли илистой фракции, что может быть обусловлено наличием легкоглинистых подстилающих пород, сменяющихся ближе к поверхности менее тяжёлыми бурыми карбонатными суглинками.

Гранулометрический состав на участке с пахотными почвами однороден по вертикальному профилю почв. На этом фоне заметны процессы передвижения илстых фракций в верхней части профиля, возникающие из-за агролессыважа.

Изучая морфологические особенности почвы на исследуемых участках, мы обнаружили определенные закономерности в распространении свежих слепышин, встречающихся в почвах распаханых катен. Они определяются четкими контурами и рыхлым заполнением. Так нами

было выявлено, что на склонах северной экспозиции площадь, занятая слепышинами, значительно больше, чем площадь под ними на стенках разрезов южных экспозиций. Данная закономерность прослеживается и на молодой и на старовозрастной пашнях.

В почвенных разрезах, изученных катен, нами были выявлены многочисленные слепышины и ходы землероев. Особенно много их было выявлено на глубине до одного метра, что часто отражается также и в минимуме плотности почвы на этой глубине. Средняя площадь, занятая слепышинами на стенках усредненного разреза составляет 80-90% на молодой пашне и 70-80% на старовозрастной. При чем, в почвах фоновых катен слепыш оставил не так много следов, чем на пашнях. По усредненной характеристике всего на фоне слепышинами было занято 30-40% стенок почвенных разрезов.

Библиография

1. Глазовская М.А. Почвы мира / М.А. Глазовская М.: Изд-во МГУ, 1983. 312 с.
2. Караваева Н.А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы / Н.А. Караваева // Почвоведение. – 2005. – № 12. – С. 1518-1529.
3. Каштанов А.Н. Почвоводоохранное земледелие // А.Н. Каштанов, М.Н. Заславский. – М.: РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ, 1984. – 12-14 с.
4. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов / Ф.Н. Лисецкий. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2000. – 168 с.
5. Мордкович В.Г. Степные экосистемы / В.Г. Мордкович. – Новосибирск: Гео, 2014. – 112 с.
6. Огунлей К.С. Почвенно-геохимические катены юго-западных штатов Нигерии: автореф. дис. канд.с/х наук: 06.01.03 / К.С. Огунлей; М.: 2004. – 24-26 с.
7. Польшов Б.Б. Выветривание. Состав континентальных отложений / Б.Б. Польшов. – М.: Изд-во АН СССР, 1935. – 27 с.
8. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л.Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 34-36 с.
9. Швец Г.И. Формирование водной эрозии стока наносов и их оценка / Г.И. Швец. – Ленинград: Гидрометеониздат, 1974. – 105 с.
10. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю.Г. Чендев. – М.: ГЕОС, 2008. – 174 с.
11. Чендев Ю.Г. Распределение органического вещества в почвах катен лесостепи разных сроков земледельческого освоения / Ю.Г. Чендев, А.Н. Геннадиев, А.П. Жидкин, Т.С. Кошовский, И.Ю. Вагурин, Е.А. Заздравных. – Белгород, 2017. – С. 274-280
12. Miln G. A provisional soil map of East Africa with explanatory memoir. // Amani memoirs, 1936. – 22p.

References

1. Glazovskaya M.A. 1983. Soils of Peace. M.: Moscow State University. 312 p.
2. Karavayeva N.A. 2005. Agrogenic Soils: Environment Conditions, Properties and Processes: Soil Science, 12: 1518-1529.
3. Khestanov A.N. 1984. Soil Conservation Farming // A.N. Khestanov, M.N. Zaslavsky. M.: Rosselkhozizdat. p. 12-14.
4. Lisetskiy F.N. 2000. Spatial-temporal organization of agrolandshafts. Belgorod: BelSU. 168 p.
5. Mordkovich V.G. 2014. Steppe Ecosystems. Novosibirsk: Geo. 112 p.
6. Ogunleye K.S. 2004. Soil-geochemical katens of the southwestern states of Nigeria: autoref. yew. Candidate/x sciences: Moscow. p. 24-26.
7. Polynov B.B. 1935. Aeration. Composition of continental sediments. Moscow: Russian Academy of Sciences of the USSR. 127 p.
8. Ramenskiy L.G. 1938. Introduction to the Complex Soil-Geobotanic Land Study. M.: Agricultural. p. 34-36.
9. Schwebs G.I. 1974. Formation of water erosion of sediment effluent and their assessment. Leningrad: Hydro-meteoisdat. 105 p.
10. Chendevev Y.G. 2008. Evolution of Forest Steppe Soils of the Middle Russian Elevation in the Holocene. M.: GEOS. 174 p.
11. Chendevev Yu.G. 2017. Distribution of organic matter in soils of catenas of the forest-steppe of different terms of agricultural development / Yu.G. Chendevev, A.N. Gennadiyev, A.P. Zhidkin, T.S. Koshovsky, I.Yu. Vagurin, E.A. Zazdravnykh. Belgorod. P. 274-280
12. Miln G. 1936. A provisional soil map of East Africa with explanatory memoir. Amani memoirs. p. 22.

Сведения об авторах

Ковалёва Елена Владимировна, кандидат географических наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-96, e-mail: ele-serikova@yandex.ru

Вагурин Иван Юрьевич, преподавателя-исследователя кафедры природопользования и земельного кадастра НИУ «БелГУ», г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородская область, Россия, 308015, тел. +79606305399, e-mail: mister.smasher@yandex.ru

Акинчин Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, декан агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-33-63, e-mail: akinchin.a@yandex.ru

Кузьмина Ольга Сергеевна, преподаватель кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-96, e-mail: osk9592@mail.ru

Голованова Елена Васильевна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой математики, физики, химии и информационных технологий, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Бел-городская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-02, e-mail: golovanova711@mail.ru

Information about authors

Kovalyova Elena Vladimirovna, candidate of geographical sciences, associate professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, FSBOU VO Belgorod GAU, st. Vavilova, d.1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. + 74722 39-23-96, e-mail: elaserikova@yandex.ru

Vagurin Ivan Yuryevich, lecturer-researcher of the Department of Nature Management and Land Cadastre of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Pobeda St., 85, Belgorod Region, Russia, 308015, tel. +79606305399, e-mail: mister.smasher@yandex.ru

Akinchin Alexander Vladimirovich, candidate of agricultural sciences, associate professor of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, dean of agronomical faculty, FSBOU VO Belgorod GAU, Vavilov St., 1, item. May, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, ph. +74722 39-33-63, e-mail: akinchin.a@yandex.ru

Kuzmina Olga Sergeevna, teacher of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, FSBOU VO Belgorod GAU, st. Vavilova, d.1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. + 74722 39-23-96, e-mail: osk9592@mail.ru

Golovanova Elena Vasilievna, candidate of physical and mathematical Sciences, head of Department of mathematics, physics and chemistry «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +74722 39-23-02, e-mail: golovanova711@mail.ru

А.В. Косов, Н.И. Клостер, В.Б. Азаров

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЦЧЗ

Аннотация. По результатам исследований в полевом опыте, заложенном на опытном поле в Ракитянском районе Белгородской области, выявлены закономерности изменения показателей плодородия чернозема под действием различных видов и форм органических удобрений и энергосберегающих способов обработки почвы. Применяемые в опыте удобрения представляют собой отходы отрасли животноводства агропромышленного холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм». Изучается влияние на показатели плодородия почвы свиноводческие стоки, компост, приготовленный на основе птичьего (куриного) помёта и новое органическое удобрение, подвергшееся грануляции на собственном оборудовании хозяйства. Изучалась возможность как осеннего внесения органики под основную обработку почвы, так и весенний способ применения перед посевом зерновых культур. Также как фактор опыта рассматривались два способа заделки удобрений- мелкий до 10 см и посредством обработки почвы тяжелыми дисковыми орудиями с глубиной обработки до 20 см с перемешиванием почвенных слоёв. Доказана эффективность органического компоста и гранулированного удобрения в зерновом севообороте в вопросах повышения запасов в почве органического вещества, создания благоприятных агрофизических и биологических свойств почвы и накопления доступных форм минерального азота. Определены оптимальные варианты внесения органического компоста, гранулированных удобрений и свиноводческих стоков для создания условий расширенного воспроизводства плодородия чернозёма типичного юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона России. По результатами исследований даны рекомендации производству по технологии возделывания зерновых культур с применением в системе удобрения различных доз, видов, форм и условий органических удобрений, в том числе инновационных гранулированных с пролонгированным действием питательных веществ.

Ключевые слова: чернозёмы, плодородие, агротехнологии, органические удобрения, севооборот

CHANGE THE PROPERTIES OF THE TYPICAL CHERNOZEM UNDER CONDITIONS OF BIOLOGICAL AGRICULTURE IN THE CCZ

Annotation. According to the research results in a field experiment, planted on the experimental field in rakityansky Belgorod region, the regularities of changes of indicators of fertility of Chernozem under the influence of various types and forms of organic fertilizers and energy-saving methods of tillage. The fertilizers used in the experiment are waste from the livestock industry of the agro-industrial holding "besrk-Belgrankorm". The influence of pig runoff, compost prepared on the basis of poultry (chicken) dung and new organic fertilizer granulated on the farm's own equipment on soil fertility indicators is studied. We studied the possibility of both autumn application of organic matter for the main tillage, and the spring method of application before sowing grain crops. Also, as a factor of experience, two methods of fertilization were considered - small up to 10 cm and by processing the soil with heavy disk tools with a processing depth of up to 20 cm with mixing of soil layers. The effectiveness of organic compost and granular fertilizer in grain crop rotation in increasing the reserves of organic matter in the soil, creating favorable agrophysical and biological properties of the soil and accumulating available forms of mineral nitrogen is proved. The optimal options for applying organic compost, granular fertilizers, and pig runoff to create conditions for expanded reproduction of Chernozem fertility in the typical South-Western part of the Central Chernozem region of Russia are determined. Based on the research results, recommendations are given to the production of grain cultivation technology with the use of various doses, types, forms and conditions of organic fertilizers in the fertilizer system, including innovative granulated ones with prolonged action of nutrients.

Keywords: chernozems, fertility, agricultural technologies, organic fertilizers, crop rotation

Введение. Современное сельскохозяйственное производство невозможно представить без элементов интенсификации, таких как выбор наиболее продуктивного сорта или гибрида, грамотно выстроенной интегрированной системы защиты растений, энергосберегающей эффективной обработки почвы и, что самое энергоёмкое, адаптивной системой удобрения культур, при которой бы учитывалось не только получение достаточной продуктивности хорошего качества, но и экологические аспекты, направленные на достижение условий для расширенного воспроизводства плодородия обрабатываемых почв (Азаров В.Б., 2004, Акулов П.Г., 1992, Коновалов Н.Д., 2000).

Белгородская область по праву является флагманом агропромышленного производства Центрального Черноземья, занимая второе место в стране по уровню урожайности после Краснодарского края, производя около четверти всей продукции свиноводства и птицеводства в России, располагая всего 1 % общероссийских посевных площадей и одним процентом населения (Дегтярь О.В., 2006). Основное богатство региона – его почвы. Черноземы издавна считаются эталоном плодородия, хотя за время их интенсивного использования их характеристики и претерпели изменения в худшую сторону (Лукин С.В., 2006, Родионов В.Я., 2013). Деградация почвенного покрова области – одна из насущных задач сельскохозяйственного производства, успешно решаемая внедрением в агротехнологии элементов биологизации, как мощного средства повышения качества используемых земель сельскохозяйственного назначения (Гриджин В.Т., 2012, Кластер Н.И., 2015).

На современном этапе холдинговыми структурами области взят вектор на максимальное использование в качестве удобрения культур отходов отрасли животноводства в различных видах и соотношениях. Научно-обоснованных рекомендаций по применению данного продукта еще не разработано, что диктует необходимость проведения полевых экспериментов, как единственной достоверной основы для внедрения нового удобрительного продукта в производство (Турьянский А.В., 2012). В Белгородской области данное начинание получило полное одобрение со стороны руководства региона, что отразилось в принятии ряда законодательных актов, обязательных к исполнению всеми товаропроизводителями (Постановление..., 2015). Широким внедрением различных элементов биологизации занимались в свое время многие учёные (Айдиев А.Ю., 2006, Аллен Х.П., 1985, Гладышева О.В., 2006, Глуховченко А.В., 2012), однако для основных культур севооборотов региона, таких как кукуруза на зерно, озимая пшеница и соя, введение в технологию органических компостов и жидких удобрений на основе свиноводческих стоков из крупных комплексов в полевых экспериментах не изучалось, что и предопределило новизну и актуальность проводимых нами полевых опытов.

Задача исследований. В своих исследованиях мы поставили перед собой главную задачу – определить оптимальные дозы и сочетания органических удобрений по культуры зернового клина в условиях Белгородской области как в сочетании с минеральными туками, так и при самостоятельном использовании.

Индустриальным партнером при проведении полевых опытов выступает агропромышленный холдинг «БЭЗРК-Белгранкорм», являющийся флагманом производства качественных мясных продуктов и его агрономическое структурное подразделение «семхоз Ракитянский». Данное хозяйство обеспечивает весь комплекс техники, семян и удобрений для осуществления научных исследований, необходимых для всего агропромышленного комплекса региона.

В соответствии с задачами исследования мы реализовали следующую схему опыта:

1. Контроль (без удобрений)
2. БГК-ВН на планируемый урожай (11,7 т/га)*
3. Птичий компост на планируемый урожай (13,4 т/га)*
4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (160 т/га)*
5. БГК-ВН 2 т/га осенью
6. БГК-ВН 4 т/га осенью
7. БГК-ВН 6 т/га осенью
8. БГК-ВН 2 т/га весной
9. БГК-ВН 4 т/га весной
10. БГК-ВН 6 т/га весной

*- расчёты на планируемый урожай кукурузы 120 ц/га

Два способа заделки:

1. Мелкий (поверхностный)
2. Глубокий (рыхление)
Ширина делянки равна 4 метра
Длина делянки - 25 м

Защитный коридор между блоками делянок - 10 метров (для удобства разворота техники).

В опыте изучалось воздействие на плодородие почвы и эффективность по влиянию на продуктивность зерновых культур инновационного органического удобрения, обработанного на современном грануляторе из собственных отходов животноводческого производства агрохолдинга «БЭЗРК-Белгранкорм». Удобрение представляет собой сыпучую массу от светло-жёлтого до тёмно-коричневого цвета с размером гранул 3-5 мм.

Севооборот, применявшийся в опыте, отражает общую направленность хозяйства - зерновое и представлен чередованием культур озимая пшеница- кукуруза на зерно- соя.

Опыт заложен в 2017 году внесением по схеме опыта органических удобрений и вхождением в опыт озимой пшеницей.

В практике при расчете доз удобрений используется рекомендованный наукой нормативный и балансовый методы, которые базируются на нормативных показателях - это коэффициенты использования питательных веществ из удобрений, питательных веществ из почвы, нормативы выноса с урожаем. Однако, безусловно, методика расчета является справочной, и целесообразность ее может подтвердить или опровергнуть только проведение полевых экспериментов в конкретных почвенно-климатических условиях.

В соответствии с утвержденной и согласованной с руководством заказчика схемой опыта при планируемом урожае зерна кукурузы на уровне 120 ц/га при расчете дозы органических удобрений на планируемый урожай используем нормативные справочные показатели содержания азота в зерне 3%, из почвенных запасов азота 25% и коэффициент возврата 80%.

Результаты. Согласно данным лабораторного анализа содержание азота в компосте на основе птичьего помета составляет 2,84%, коэффициент использования азота из этого вида удобрений за год прямого действия составляет 50 %, с учетом возможных потерь. Таким образом, навеска компоста на делянках 13 и 23 составляет 134 кг.

Свиноводческие стоки холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» содержат в своем составе 0,2% азота, при коэффициенте использования культурой на уровне 60% норма расхода удобрения составит на делянках 14, и 24 составляет 1,6 тонн.

Лабораторные анализы выявили содержание азота в гранулированном удобрении БГК-ВН на уровне 1,95 %. Расчетная доза БГК-ВН для делянок 12 и 24 на планируемый урожай составит, таким образом, 117 кг или примерно 11,7 тонны на гектар.

Основные принципы расчета потребности в удобрениях, применяемые на зерновой кукурузе, использовались нами и при определении величин удобренности на полях сои. Согласно справочных данных, содержание азота в зерне сои составляет около 8%, расчетный урожай определен на уровне 30 ц/га, из почвенных запасов используется соей 25% потребности, балансовый коэффициент возврата при азотном питании сои составляет 20% за счет способности сои фиксировать атмосферный азот посредством ризобиального корневого комплекса растений.

Таким образом, на опытном поле под посев сои нами внесены следующее количество органических удобрений:

на делянках 12 и 24- 18,5 кг;

на делянках 13 и 23- 12,7 кг;

на делянках 14 и 24- 180 кг.

Расчеты применения удобрений под кукурузу и сою являются теоретическими и для их корректировки нами и заложен полевой опыт.

Главным направлением, на котором должно быть сосредоточено внимание, остается повышение эффективности использования удобрений и их окупаемости прибавкой урожая. При решении таких задач необходимо наиболее полно учитывать параметры тех факторов, которые определяют эффективность удобрений и продуктивность сельскохозяйственных культур. Этими факторами являются: эффективное и потенциальное плодородие почвы, отзывчивость культуры на внесение удобрений, обеспеченность растения элементами питания,

запасы продуктивной влаги в почве выбор технологии использования удобрений, особенности рельефа местности.

На основании агрохимической характеристики опытного поля можно констатировать, что запасы доступных соединений фосфора и калия находятся на высоком уровне, что создает предпосылки для нивелирования этих элементов в расчетах доз удобрений согласно схемы опыта. Азот же находится в первом минимуме и является лимитирующим фактором получения потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур, и особенно кукурузы и сои, как культур, наиболее отзывчивых на его применение в системе удобрений.

Основоположник отечественной агрохимии Д.Н. Прянишников своими научными работками убедительно доказал, что только при возмещении выноса азота до 80 % можно обеспечить получение устойчивых урожаев и создать условия для расширенного воспроизводства плодородия черноземов. Данный тезис нашел подтверждение и в наших исследованиях, проведенных на территории Белгородской Области (В.Я. Родионов, А.С. Трусов, В.Б. Азаров, 2013).

В практике при расчете доз удобрений используется рекомендованный наукой нормативный и балансовый методы, которые базируются на нормативных показателях - это коэффициенты использования питательных веществ из удобрений, питательных веществ из почвы, нормативы выноса с урожаем. Однако, безусловно, методика расчета является справочной и целесообразность ее может подтвердить или опровергнуть только проведение полевых экспериментов в конкретных почвенно-климатических условиях.

В соответствии с утвержденной и согласованной с руководством заказчика схемой опыта при планируемом урожае зерна кукурузы на уровне 120 ц/га при расчете дозы органических удобрений на планируемый урожай используем нормативные справочные показатели содержания азота в зерне 3%, из почвенных запасов азота 25% и коэффициент возврата 80%.

Согласно данным лабораторного анализа содержание азота в компосте на основе птичьего помета составляет 2,84%, коэффициент использования азота из этого вида удобрений за год прямого действия составляет 50%, с учетом возможных потерь. Таким образом, навеска компоста на делянках 13 и 23 составляет 134 кг.

Свиноводческие стоки холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» содержат в своем составе 0,2 % азота, при коэффициенте использования культурой на уровне 60 % норма расхода удобрения составит на делянках 14, и 24 составляет 1,6 тонн.

Лабораторные анализы выявили содержание азота в гранулированном удобрении БГК-ВН на уровне 1,95%. Расчетная доза БГК-ВН для делянок 12 и 24 на планируемый урожай составит, таким образом, 117 кг или примерно 11,7 тонны на гектар.

Основные принципы расчета потребности в удобрениях, применяемые на зерновой кукурузе, использовались нами и при определении величин удобренности на полях сои. Согласно справочных данных, содержание азота в зерне сои составляет около 8%, расчетный урожай определен на уровне 30 ц/га, из почвенных запасов используется соей 25% потребности, балансовый коэффициент возврата при азотном питании сои составляет 20% за счет способности сои фиксировать атмосферный азот посредством ризобиального корневого комплекса растений.

Расчеты применения удобрений под кукурузу и сою являются теоретическими и для их корректировки нами и заложен полевой опыт.

Для определения динамики потребления азота кукурузой и соей нами предусмотрены наблюдения за изменением содержания различных его форм (нитратной и аммиачной) в зависимости от изучаемых факторов. Для этого нами отобраны в октябре почвенные образцы с глубин 20 и 40 см на каждой делянке опыта как исходные показатели. Анализ производился в лаборатории, имеющей необходимое оборудование и соответствующую аккредитацию.

С целью определения однородности опытного участка по плодородию почвы и использования в последующих исследованиях полученных данных в качестве исходных величин в конце октября 2017 года нами были отобраны и проанализированы почвенные образцы по вариантам опыта с I-го и III-е повторений для подготовки смешанных образцов.

Консервативные показатели почвенного плодородия, не подвергающиеся существенным изменениям за короткий период наблюдений в течении ротации трехпольного севооборота, такие как содержание гумуса, гидролитическая кислотность, нитрофикационная способность почвы будут нами определяться в начале и в конце ротации с тем, чтобы установить характер динамики этих показателей в зависимости от изучаемых факторов.

Как показали данные по содержанию гумуса в пахотном (0-20см) и подпахотном (20-40 см) слоях почвы колебания величин находились в пределах 10-процентной вариабильности, что свидетельствует об относительной однородности почвенного покрова опытных участков. В среднем по определениям в пределах пахотного и столько же определений в подпахотном горизонтах почвы колебания не превышали 10% как в сторону увеличения, так и понижения определяемого показателя (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса (%) на опытном поле БЭЗРК-Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обра- ботка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	Октябрь 2020	Разница
Мелкая	Контроль	0-20	5,05	5,12	+0,07
		20-40	4,49	4,44	-0,05
	БГК-ВН полн. доза	0-20	5,05	5,22	+0,17
		20-40	4,24	4,50	+0,26
	Компост	0-20	4,78	4,81	+0,03
		20-40	4,27	4,28	+0,01
	Свиностоки	0-20	4,96	4,77	-0,19
		20-40	5,51	5,24	-0,27
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	5,12	5,09	-0,03
		20-40	4,46	4,66	+0,20
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,60	5,61	+0,01
		20-40	4,51	4,58	+0,07
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	4,55	4,66	+0,11
		20-40	3,96	4,10	+0,14
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	5,14	5,11	-0,03
		20-40	4,75	4,80	+0,05
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	5,13	5,04	-0,09
		20-40	4,23	4,22	-0,01
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	4,94	4,99	+0,05
		20-40	4,08	4,12	+0,04
НСП ₀₅					0,12

Средний показатель содержания гумуса в пахотном горизонте составил 5,13%, в подпахотном – 4,35%, что соответствует градации средней обеспеченности почвы органическим веществом. С глубиной запасы гумуса в почве снижаются по причине сокращения возможного поступления свежего органического вещества за счет накопления в почве корневых растительных остатков.

После прохождения ротации севооборота отмечается незначительное изменение содержание органического вещества в почве при поверхностном способе обработки. Гумус является достаточно консервативным показателем и для того, чтобы определить закономерности его изменения необходимо провести исследования как минимум по истечении трех полных ротаций трехпольного севооборота. Из характерных особенностей при анализе таблицы 1 обращает на себя внимания факт некоторого сокращения запасов органического вещества почвы при использовании в технологии возделывания культур стоков свиноводческих комплексов. Обладая незначительным содержанием питательных веществ, данное удобрение почти абсолютно лишено источников пополнения органики в почве. Применение его в системе удобрения сельскохозяйственных культур в дозах, обеспечивающих получение продуктивности кукурузы на уровне 120 ц/га будет способствовать обеднению почвы органическим веществом и ухудшению его агрофизических свойств.

Весеннее внесение гранулированных органических удобрений собственного производства холдинга БГК-ВН не показало предпосылок для пополнения фонда органического вещества чернозема опытного участка, что может объясняться недостаточным временем для разложения субстрата удобрения ко времени забора проб на анализ. Косвенно данный тезис находит подтверждение в данных по осеннему внесению БГК-ВН, при котором содержание гумуса как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы не испытывает явного дефицита с некоторой тенденцией к увеличению. При использовании в технологии возделывания культур глубокой безотвальной обработки почвы содержание гумуса также не претерпевает значительных изменений, однако имеет ряд отличительных характеристик. При анализе данных таблицы 2, мы можем отметить достоверную прибавку в содержании гумуса до 0,30% на вариантах, в которых удобрительным ингредиентом является вещество, имеющее в своём составе значительное количество органики (компост, БГК-ВН в значительных дозах). Причём, данная закономерность больше относится к подпахотному слою почвы до 40 см.

Таблица 2- – Содержание гумуса (%) на опытном поле БЭЗРК Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	Октябрь 2020	Разница
Глубокая	Контроль	0-20	5,07	5,10	+0,03
		20-40	4,53	4,60	+0,07
	БГК-ВН полн. доза	0-20	5,11	5,21	+0,10
		20-40	4,21	4,58	+0,37
	Компост	0-20	4,69	4,77	+0,08
		20-40	4,32	4,88	+0,56
	Свиностоки	0-20	4,84	4,80	-0,04
		20-40	5,45	5,21	-0,24
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	5,04	5,10	+0,06
		20-40	4,50	4,55	+0,05
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,55	5,48	-0,07
		20-40	4,61	4,84	+0,23
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	4,47	4,55	+0,08
		20-40	3,95	4,34	+0,39
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	5,15	5,02	-0,13
		20-40	4,80	5,00	+0,20
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	5,22	5,22	0
		20-40	4,49	4,62	+0,13
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	4,96	5,01	+0,05
		20-40	4,12	4,44	+0,32
НСР ₀₅					0,20

Анализ экспериментальных данных указывает на существующую крайнюю неоднородность исходного состояния почвенного плодородия опытного участка относительно кислотно-основных характеристик. Пахотный горизонт почвы по отдельным точкам отбора отличается между собой на величину более чем вдвое. Так, на делянке с компостом гидролитическая кислотность (H_r) в пахотном горизонте равна 4,1 ммоль/100г, а на соседней делянке со свиностоками того же поля всего 3,05 ммоль/100г. Все это подтверждает актуальность поставленных на изучение задач, так как внесение органических удобрений должно способствовать выравниванию показателей физико-химических свойств почвы и тем самым повышению продуктивности пашни.

Нитрификационная способность почвы относится к биологическим критериям оценки показателей почвенного плодородия, поскольку характеризует потенциальную возможность почвогрунта посредством активной деятельности микроорганизмов синтезировать минеральные соединения азота из его валовых форм, входящих в состав органо-минерального комплекса почвы. Чем выше показатель нитрификационной способности почвы, тем значительнее ее потенциальное плодородие. Естественно, что этот показатель будет расти с увеличением нормы внесения органических удобрений.

В таблице 3 приведены исходные данные по нитрификационной способности почвы на опытном участке в разрезе каждой из 20 делянок опыта.

Таблица 3. Нитрификационная способность (мг/кг) на опытном поле сентябрь 2020 года

Удобрения	Обработка	Кукуруза	Соя
Контроль	мелкая	8,30	5,22
	глубокая	7,10	5,68
БГК-ВН полн. доза	мелкая	6,45	4,53
	глубокая	1,60	6,50
Компост	мелкая	5,30	3,37
	глубокая	3,55	7,90
Свиностоки	мелкая	5,70	7,21
	глубокая	4,82	7,58
БГК-ВН 2 т/га осень	мелкая	6,98	5,14
	глубокая	3,49	6,23
БГК-ВН 4 т/га осень	мелкая	5,67	5,18
	глубокая	3,80	4,60
БГК-ВН 6 т/га осень	мелкая	6,40	3,41
	глубокая	4,06	8,30
БГК-ВН 2 т/га весна	мелкая	5,80	7,27
	глубокая	5,00	5,22
БГК-ВН 4 т/га весна	мелкая	3,90	5,68
	глубокая	4,50	4,53
БГК-ВН 6 т/га весна	мелкая	4,60	6,50
	глубокая	3,41	3,37

Разница между показателями нитрификационной способности по горизонтам почвы и вариантами колеблется от 1,6 до 11,1 мг/кг нитратного азота (N-NO₃). Объяснение этому факту следует искать в том многообразии количественного и качественного состава микрофлоры почвенной биоты, которым морфологически и генетически обладают богатейшие почвы планеты - черноземы типичные. Именно поэтому нами были отобраны почвенные образцы с привязкой к каждой элементарной делянке опытов с тем, чтобы проследить динамику изменения этого показателя во времени и пространстве. Оптимальные значения агрофизических свойств пахотного слоя почвы создают условия для обеспечения благоприятных водного, воздушного и температурного режимов роста и развития растений. Одним из наиболее значимых показателей агрофизических свойств почвы являются объемный вес и агрегатный состав верхнего, пахотного слоя почвы.

По результатам наших исследований агрофизических свойств почвы под посевами культур севооборота выявлено, что установленные параметры объемного веса и агрегатного состава пахотного горизонта почвы находятся в оптимальных величинах с незначительными колебаниями в зависимости от изучаемых факторов. Так, плотность почвы на варианте без удобрений и на фоне их внесения находилась в одних пределах (1,21 г/см³), а применение компоста способствовало разрыхлению почвы (1,1 г/см³), при этом внесение органических удобрений БГК-ВН в дозе 4 ц и 6 т/га сопровождалось уплотнением почвы до величины 1,15-1,17 г/см³. Необходимо отметить, что оптимальное значение объемного веса пахотного слоя чернозема типичного колеблется от 1,05 до 1,25 г/см³. Под кукурузой на зерно плотность как контрольном варианте, так и на органическом фонах находилась в тех же пределах, что и под покровом сои с сохранением тенденции повышения аэрированности на фоне применения компоста. Коэффициент структурности почвы по своей сути есть отношение массы агрономически ценных почвенных агрегатов (частиц) диаметром от 0,25 до 10 мм к остальной массе почвенного образца, взятого на анализ для просеивания. Чем выше коэффициент структурности, тем большими положительными качествами обладает почва в плане оптимизации воздушного (газового), температурного, водного и пищевого режимов. Как свидетельствуют данные, полученные в результате сухого просеивания через комплекс сит, коэффициент структурности

почвы повышается в ряду соя – кукуруза и существенно возрастает на фоне применения органических удобрений. По всей вероятности внесение компоста, приготовленного на основе птичьего (куриного) помета способствует образованию агрономически ценных частиц почвы благодаря клеящему эффекту органического вещества.

Программой исследований предусматривалось наблюдение и анализ динамики запасов минерального азота в почве (суммы нитратного и аммиачного) в период вегетации зерновых культур. Нами проанализирован данный показатель по трем срокам отбора проб- осенью 2019 года, перед посевом (апрель 2020 г.) и после уборки культур (конец сентября 2020 г.) по двум почвенным горизонтам- 0-20 см и 20-40 см. на посевах кукурузы и сои.

В Белгородской области при возделывании сельскохозяйственных культур обеспечение растений усвояемыми формами азота находится в первом минимуме. По данным исследований учёных с меченым изотопом азота формирование урожая на 60-70 % зависит от наличия достаточного количества этого элемента в почвах сельскохозяйственных угодий.

В наших исследованиях ставилась главная задача- понять механизм трансформации и количественные характеристики азота органических удобрений и выяснить вклад азота удобрений в формирование урожая зерновых культур- кукурузы и сои.

Как показали результаты исследований, на первом поле под кукурузу на зерно исходные показатели содержания минерального азота в почве находились на уровне 17,4-34,8 кг/га (табл. 4), что является невысокой величиной для поля севооборота, где возделываются культуры интенсивного типа. Такое содержание можно объяснить, на наш взгляд, высокими урожаями предыдущих культур и расходом азота для питания целлюлозоразлагающих почвенных микроорганизмов, использующих в процессе своей жизнедеятельности органическое вещество растительных остатков (солому озимой пшеницы и сои и листостебельную массу кукурузы).

При следующем сроке отбора весной года вегетации исследуемых культур запасы минерального азота в почве претерпели существенные изменения. Прежде всего, необходимо отметить, что на всех вариантах опыта, включая и контрольные делянки без удобрений, и во всех горизонтах почвы эта величина возросла, в некоторых случаях значительно. Анализируя экспериментальные данные, полученные в аналитической лаборатории, мы можем сделать заключение о ведущей роли способов заделки удобрений.

Таблица 4 – Запасы минерального азота под посевами кукурузы на зерно Мелкая обработка почвы

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь 2019	Апрель 2020	Сентябрь 2020
Контроль	0-20	19,5	27,0	26,7
	20-40	27,4	32,1	17,1
БГК-ВН полн. доза	0-20	22,6	78,4	86,0
	20-40	31,0	86,2	41,4
Компост	0-20	20,4	111,0	86,8
	20-40	26,1	73,1	39,2
Свиностоки	0-20	22,3	43,4	55,6
	20-40	34,8	80,4	22,6
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	18,6	66,4	42,2
	20-40	26,2	38,0	41,4
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	17,4	72,4	48,6
	20-40	25,7	44,4	39,3
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	20,0	83,9	39,0
	20-40	26,2	55,7	63,2
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	27,8	40,1	41,0
	20-40	33,6	38,4	43,8
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	19,6	33,8	29,2
	20-40	31,1	44,1	31,8
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	18,7	27,7	37,6
	20-40	26,0	39,4	71,4

Так, если при мелкой обработке почвы запасы минерального азота на вариантах с полной дозой БГК-ВН и органического компоста составили в верхнем слое почвы 78,4-111,0 кг/га, то при глубокой заделке удобрений аналогичные показатели находились на уровне 47,4-70,1 кг/га. Зато в подпахотном горизонте почвы, принятом для чернозема типичного слоем 20-40 см, картина диаметрально противоположная. Цифровые значения этих показателей составляют величины 73,1-86,2 и 89,6-123,4 кг/га соответственно (табл. 4).

С практической точки зрения весенние запасы минерального азота в подпахотном слое почвы, легко усваиваемого растениями на начальном этапе онтогенеза, имеют приоритетное значение. Однако минеральный азот, находящийся преимущественно в почвенном растворе, является высокоподвижным соединением, подверженным вертикальной миграции по профилю почвы в зависимости от погодных условий в течение вегетации.

Исследования запасов минерального азота под посевами кукурузы показали положительную роль грануляции органических удобрений. Если на вариантах с применением стоков свиноводческих комплексов или компоста на основе птичьего помёта происходит относительно быстрая минерализация азота удобрения, то в случае с удобрением БГК-ВН действие активного вещества более пролонгировано, что доказывают результаты анализа запасов минерального азота по третьему сроку отбора, то есть в конце вегетации культур, когда потребление питательных веществ из почвы практически прекратилось. Особенно наглядно данный вывод нашел подтверждение на вариантах с весенним внесением гранулированного органического удобрения (табл. 5).

Таблица 5 – Запасы минерального азота под посевами кукурузы на зерно Глубокая обработка почвы

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь 2019	Апрель 2020	Сентябрь 2020
Контроль	0-20	23,4	30,6	44,7
	20-40	24,2	30,8	30,3
БГК-ВН полн. доза	0-20	28,3	47,7	59,7
	20-40	29,4	89,6	91,3
Компост	0-20	20,6	70,1	60,3
	20-40	28,3	123,4	78,8
Свиностоки	0-20	23,4	55,6	44,3
	20-40	29,8	53,4	60,3
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	20,1	33,8	55,0
	20-40	27,4	46,2	54,3
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	19,9	46,4	47,4
	20-40	26,0	85,7	76,3
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	20,4	84,3	55,1
	20-40	26,3	99,8	58,9
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	26,2	39,6	58,1
	20-40	27,4	40,1	66,3
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	21,8	33,7	63,2
	20-40	25,5	39,6	70,4
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	20,6	29,4	33,8
	20-40	28,6	41,4	69,4

На третьем поле нашего эксперимента возделывалась соя, последняя культура трехпольного зернового севооборота, применяющегося в хозяйстве. Сама по себе являясь азотфиксатором, эта культура способна фиксировать азот из атмосферного воздуха посредством бобово-ризобияльного комплекса корневой системы. Поле отличается достаточно высокими начальными значениями запасов минерального азота, доставшихся, по видимому от предшествующей кукурузы, получившей обильное минеральное питание, а также ввиду погодных условий теплой и сухой осени, благодаря чему к поверхности почвы вместе с токами почвенного раствора подтянулись и запасы минерального азота из нижележащих слоёв почвы. Как показывают данные таблицы 6, содержание азота при закладке опыта на поле № 3 составляло 39,4-60,3 кг/га в верхнем слое почвы и 42,8-59,8 кг/га на 40-сантиметровой глубине при мелкой

обработке почвы. Иная картина складывается и при весеннем отборе почвенных проб. Здесь также отмечено закономерное повышение уровня азотного фонда почвы, однако, абсолютные значения этого показателя находятся на отметках 50-70 кг/га. Исключения составляют деланки с полной дозой БГК-ВН и органического компоста. На этих вариантах зафиксирован уровень 70-90 кг/га с некоторой разницей по слоям почвы (табл. 6).

Таблица 6 – Запасы минерального азота под посевами сои Мелкая обработка почвы

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь 2019	Апрель 2020	Сентябрь 2020
Контроль	0-20	58,6	60,3	43,4
	20-40	44,3	68,8	50,1
БГК-ВН полн. доза	0-20	49,6	63,4	46,4
	20-40	50,3	88,0	50,3
Компост	0-20	60,3	90,0	61,4
	20-40	59,8	86,3	53,8
Свиностоки	0-20	47,9	51,9	57,4
	20-40	59,9	79,4	40,1
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	52,2	73,4	42,8
	20-40	48,1	55,2	56,4
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	39,4	56,2	39,6
	20-40	47,0	39,9	48,7
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	55,2	70,4	52,2
	20-40	44,8	71,2	68,8
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	39,6	48,8	63,4
	20-40	42,8	50,2	67,2
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	48,8	55,3	70,0
	20-40	51,3	47,1	55,2
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	50,4	47,4	69,4
	20-40	44,6	60,0	77,0

Третий срок отбора почвенных образцов характеризуется существенным увеличением запасов минерального азота при весеннем внесении органического гранулированного удобрения, особенно в месте локализации. При дозе внесения 6 т/га БГК-ВН в слое почвы 0-20 см прибавка по сравнению с весенним отбором составила 22 кг/га при 15 кг/га при меньших дозах. При этом необходимо учитывать, что для формирования полноценной продуктивности сои необходимо значительное количество доступных соединений азота.

При условии глубокой заделки органических удобрений в целом сохраняются тенденции, отмеченные в предыдущей таблице. Вместе с тем наблюдается концентрация минерального азота, главным образом нитратного, в слое почвы 20-40 см, что позволяет высказать предположение о миграции этого элемента вниз по профилю почвы (табл.7).

Таблица 7 – Запасы минерального азота под посевами сои Глубокая обработка почвы

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь 2019	Апрель 2020	Сентябрь 2020
Контроль	0-20	49,6	43,3	33,8
	20-40	51,3	64,8	49,9
БГК-ВН полн. доза	0-20	53,7	66,1	48,4
	20-40	52,6	88,7	77,0
Компост	0-20	58,7	72,7	53,9
	20-40	48,6	112,7	59,2
Свиностоки	0-20	50,0	55,7	39,7
	20-40	48,6	70,6	44,8
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	54,8	62,3	55,6
	20-40	50,8	77,8	44,2
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	44,3	55,6	44,8
	20-40	50,4	81,4	39,9
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	47,3	66,3	50,8
	20-40	48,6	99,2	51,1
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	55,3	46,8	37,2
	20-40	43,7	59,9	62,3
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	48,2	50,4	44,2
	20-40	55,2	53,0	60,8
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	49,7	55,9	49,7
	20-40	48,1	60,1	72,1

Заключение. Данная тенденция не является безусловно негативной для сельскохозяйственного производства, так как корневая система большинства зерновых культур легко проникает на глубину до одного метра и, таким образом, в состоянии усваивать находящиеся там запасы азотных соединений.

Библиография

1. Азаров В.Б. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения ЦЧЗ/Автореферат дисс...доктора с.-х. наук, Курск, 2004, 40 с.
2. Айдиев А.Ю., Лазарев В.И. Основные направления биологизации земледелия.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 48-51.
3. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов.- М. Колос, 1992, 223 с.
4. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы.- М. Агропромиздат, 1985, 208 с.
5. Гладышева О.В., Пестряков А.М. Эффективное воспроизводство плодородия почв в условиях Рязанской области.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 61-65.
6. Гридчин В.Т. Новые технологии- первый шаг к биологическому земледелию.- Белгород. Крестьянское дело, 2012, 248 с.
7. Глуховченко А.Ф., Лицуков С.Д. Птичий помет как органическое удобрение при возделывании зерновой кукурузы в Белгородской области.- В кн: Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Белгород, 2012, с. 42-47.
8. Дегтярь О.В. Экологическая реставрация степных сообществ в агроландшафтах на черноземных почвах/Автореферат дисс...кандидата с.-х. наук, Курск, 2006, 22 с.
9. Кластер Н.И., Азаров В.Б. Эколого-агрохимические аспекты внедрения приемов биологизации земледелия при внедрении приемов биологизации при возделывании озимой пшеницы.- В кн.: Почвозащитное земледелие в России. Курск, 2015, с. 143-145.
10. Коновалов Н.Д., Коновалов С.Н. Ресурсы биологизации земледелия и их использование/ Аграрная наука.- 2000, № 8, с. 9-12.
11. Лукин С.В. Экологические основы земледелия. Белгород. Отчий край, 2006, 288 с.
12. Постановлением Правительства Белгородской области № 14-ПП от 26 января 2015 года «О внедрении биологической системы земледелия»
13. Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Теоретические основы применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы под зерновые культуры. В кн.: «Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия». Курск, 2012, с. 241-246.
14. Родионов В.Я., Кластер Н.И. Удобрения в современном земледелии/ В.Я. Родионов.- Белгород, 2013.- 213 с.
15. Турьянский А.В. и др. Технологический регламент возделывания основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области/ А.В. Турьянский, 2012, Белгород, 687 с.

Bibliography

1. Azarov V. B. Agroecological monitoring of agricultural lands of the Central Federal district/Abstract of the dissertation of doctor of agricultural Sciences, Kursk, 2004, 40 p.
2. Aidiev A. Yu., Lazarev V. I. Main directions of biologization of agriculture.- Collection of reports of the scientific and practical conference "Innovative and technological foundations of agriculture development".- Kursk, 2006, p. 48-51.
3. Akulov P. G. Reproduction of fertility and productivity of chernozems. - M. Kolos, 1992, 223 p.
4. Allen H. P. Direct seeding and minimal tillage.- M. Agropromizdat, 1985, 208 p.
5. Gladysheva O. V., Pestryakov A. M. Efficient reproduction of soil fertility in the conditions of the Ryazan region.- Collection of reports of the scientific and practical conference "Innovative and technological foundations of agriculture development".- Kursk, 2006, p. 61-65.
6. Gridchin V. T. New technologies - the first step to biological agriculture.- Belgorod. Krestyanskoe Delo, 2012, 248 p.
7. Glukhovchenko A. F., Litsukov S. D. Bird droppings as organic fertilizer in the cultivation of grain corn in the Belgorod region.- In the book: Biologization of adaptive landscape system of agriculture. Belgorod, 2012, pp. 42-47.
8. Degtyar O. V. Ecological restoration of steppe communities in agricultural landscapes on Chernozem soils/Abstract of the dissertation of the candidate of agricultural Sciences, Kursk, 2006, 22 p.
9. Kloster N. I., Azarov V. B. Ecological and agrochemical aspects of introduction of methods of biologization of agriculture at introduction of methods of biologization at cultivation of winter wheat.- In the book: Conservation agriculture in Russia. Kursk, 2015, p. 143-145.
10. Konovalov N. D., Konovalov S. N. Resources of biologization of agriculture and their use/ agrarian science.- 2000, No. 8, p. 9-12.
11. Lukin S. V. Ecological bases of agriculture. Belgorod. Fatherland, 2006, 288 p.
12. Decree Of the government of the Belgorod region No. 14-PP dated January 26, 2015 "on the introduction of a biological farming system»
13. Pykhtin I. G., Gostev A.V. Theoretical bases of application of zero and surface methods of basic tillage for grain crops. In the book: "Information and technological support of adaptive landscape systems of agriculture". Kursk, 2012, p. 241-246.
14. Rodionov V. Ya., Kloster N. I. Fertilizers in modern agriculture/ V. Ya. Rodionov.- Belgorod, 2013.- 213 p.
15. Turyansky A.V. et al. Technological regulations for the cultivation of major agricultural crops in the Belgorod region/ A.V. Turyansky, 2012, Belgorod, 687 p.

Сведения об авторах

Косов Александр Владимирович, кандидат биологических наук, заведующий сектором дополнительного профессионального образования, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-21-30, e-mail: ipkabsaa@mail.ru

Клостер Наталья Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник учебно-методического управления, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-22-02 e-mail: klonata-1978@rambler.ru

Азаров Владимир Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора Института переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-22-30 e-mail: azarov.v.b@mail.ru

Information about the authors

Kosov Alexander Vladimirovich, candidate of biological Sciences, head of the sector of additional professional education, Belgorod state UNIVERSITY, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-21-30, e-mail: ipkabsaa@mail.ru

Natalia Kloster, candidate of agricultural Sciences, associate Professor, head of educational and methodological Department, Belgorod state agrarian UNIVERSITY, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-02 e-mail: klonata-1978@rambler.ru

Vladimir Borisovich Azarov, doctor of agricultural Sciences, Professor, Deputy Director of the Institute of retraining and advanced training of agribusiness personnel, Belgorod state agrarian UNIVERSITY, 1 Vavilova str., Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-30 e-mail: azarov.v.b@mail.ru

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 338.512

В.В. Акиндинов, А.С. Лосева, А.В. Курьянов

СЕБЕСТОИМОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические и практические аспекты экономической категории себестоимости как важнейшего инструмента регулирования эффективности в отрасли растениеводства, синтезирующего результаты использования всех ресурсов организации. Расширено представление о себестоимости, рассмотрев ее как фактор финансовой результативности и конкурентоспособности, позволяющий обеспечить регулирование эффективности и устойчивые темпы роста продукции растениеводства. Обоснована роль анализа, регулирования и прогнозирования себестоимости растениеводческой продукции, что способствует принятию обоснованных управленческих решений в целях достижения поставленных организацией целей и задач. Сформулированы внутренние и внешние факторы, оказывающие непосредственное влияние на себестоимость продукции. Уделено внимание погодным условиям, как специфическому внешнему фактору аграрного производства, оказывающим большое влияние на формирование уровня себестоимости. Проведен анализ структуры себестоимости продукции растениеводства нескольких типовых аграрных организаций Тамбовской области, исследованы цены на минеральные удобрения и средства защиты растений за три года, что позволило сделать выводы о тенденции роста ее составляющих. Сделан вывод о значительной степени влияния инфляционных процессов и колебаний валютного рынка на рост себестоимости растениеводческой продукции. Обоснована целесообразность закупки минеральных удобрений не сразу после уборки урожая, а в летние месяцы. Сформулированы действенные способы снижения себестоимости растениеводческой продукции, связанные с повышением урожайности сельскохозяйственных культур за счет внедрения прогрессивных систем земледелия, правильной обработки почвы, использованием семян высокоурожайных сортов и гибридов, грамотным применением органических и минеральных удобрений, средств борьбы с вредителями и болезнями растений, соблюдением оптимальных агротехнических сроков проведения работ. Представлена многофакторная модель прогнозирования себестоимости зерновых культур.

Ключевые слова: себестоимость, растениеводство, производственные затраты, урожайность, факторный анализ, корреляционно-регрессионный анализ.

COST AS A TOOL FOR REGULATING EFFICIENCY IN CROP PRODUCTION

Abstract. This article discusses the theoretical and practical aspects of the economic category of cost as the most important tool for regulating efficiency in the crop production industry, synthesizing the results of using all the resources of the organization. The concept of cost is expanded, considering it as a factor of financial efficiency and competitiveness, which allows to ensure the regulation of efficiency and sustainable growth rates of crop production. The role of analysis, regulation and forecasting of the cost of crop production is justified, which contributes to the adoption of sound management decisions in order to achieve the goals and objectives set by the organization. Internal and external factors that have a direct impact on the cost of production are formulated. Attention is paid to weather conditions as a specific external factor of agricultural production, which have a great influence on the formation of the cost price level. The analysis of the structure of the cost of crop production of several typical agricultural organizations of the Tambov region, the prices of mineral fertilizers and plant protection products for three years, which allowed us to draw conclusions about the growth trend of its components. The conclusion is made about the significant impact of inflationary processes and currency market fluctuations on the growth of the cost of crop production. The expediency of purchasing mineral fertilizers not immediately after harvesting, but in the summer months is justified. Effective ways to reduce the cost of crop production associated with increasing crop yields through the introduction of advanced farming systems, proper soil treatment, the use of seeds of high-yielding varieties and hybrids, the competent use of organic and mineral fertilizers, pest control and plant diseases, and compliance with optimal agrotechnical terms of work are formulated. A multi-factor model for forecasting the cost of grain crops is presented.

Keywords: cost, crop production, production costs, yield, factor analysis, correlation and regression analysis.

В современных условиях рыночных преобразований в аграрном производстве возрастает роль поиска действенных инструментов, позволяющих обеспечить регулирование эффективности и устойчивые темпы роста растениеводческой продукции. Одним из таких инструментов выступает себестоимость.

Обострение современных экономических проблем, обусловленных воздействием глобальных кризисных процессов, в том числе пандемии коронавируса и ограничительных санкций, позволяют рассматривать себестоимость как важнейший ценообразующий и прибылеобразующий фактор, обуславливающий качество работы аграрной организации в целом.

Себестоимость представляет собой многогранный показатель, в котором отражаются важнейшие показатели функционирования организации: урожайность сельскохозяйственных культур, уровень механизации, степень использования производственных мощностей, производительность труда, объемы производства, а также осуществление режима экономии. Как фактор финансовой результативности, себестоимость оказывает непосредственное активное воздействие на весь процесс воспроизводства.

Себестоимость, как экономическая категория, обобщает всю производственную деятельность организации, раскрывая результаты использования всех имеющихся трудовых, материальных и финансовых ресурсов [3].

В рыночной экономике снижение себестоимости, как правило, обуславливается увеличением объема прибыли и, как следствие, повышением рентабельности производства.

В конкурентной борьбе возможность противостоять конкурентам появляется у сильного участника аграрного рынка, предлагающего продукцию более высокого качества при невысокой цене. Именно эти два основных фактора влияют на исход конкурентного соперничества, а степень их влияния зависит от уровня себестоимости продукции. Умение эффективно управлять хозяйственной деятельностью - главное условие выживания организации в конкурентной борьбе.

В этой связи глубокий анализ, регулирование и прогнозирование себестоимости продукции растениеводства, являются определяющими условиями принятия обоснованных управленческих решений, связанных с производством и реализацией конечной продукции. Правильно спланированные затраты способствуют обеспечению рентабельности производства. Следовательно, необходимость проведения всестороннего анализа затрат на производство растениеводческой продукции не вызывает сомнений. Научно-технический прогресс, совершенствование организации и технологии производства растениеводческой продукции направлены на то, чтобы рост урожайности продукции сопровождался снижением затрат на 1 га. Это дает наибольший экономический эффект [2].

На примере одного из передовых хозяйств Тамбовской области ООО «Вишневокское» с помощью факторного анализа, показана взаимосвязь производственных затрат и урожайности на изменение себестоимости продукции (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние производственных затрат и урожайности на изменение себестоимости продукции в ООО «Вишневокское» в 2017-2019 гг.

Виды продукции	Затраты на 1га, руб.		Урожайность, ц с 1га		Себестоимость 1ц, руб.			Отклонение		
	2017 г.	2019 г.	2017 г.	2019 г.	2017 г.	усл.	2019 г.	всего	в том числе за счет	
									затрат на 1га	урож.
Озимая пшеница	41943,7	35797,3	64,8	41,9	647,3	1001,0	854,4	207,1	-146,7	353,8
Яровая пшеница	20599,1	26152,0	44,7	27,1	460,8	760,1	965,0	504,2	204,9	299,3
Ячмень	20469,1	31446,2	55,6	40,8	368,2	501,7	770,7	402,6	269,0	133,5
Подсолнечник	27475,1	44352,5	20,5	32,9	1340,3	835,1	1348,1	7,9	513,0	-505,1
Сахарная свекла	116940,3	140785,8	571,5	601,7	204,6	194,3	234,0	29,4	39,6	-10,3

Рассматривая влияние производственных затрат и урожайности на изменение себестоимости 1ц основных зерновых культур в ООО «Вишневокское» выявлено, что себестоимость 1ц

озимой пшеницы в 2019 г. по сравнению с 2017 г. выросла с 647,3 до 854,4 руб. т.е. на 207,1 руб.. Причем за счет сокращения производственных затрат с 41943,7 руб. до 35797,3 руб. её снижение составило 146,7 руб. Однако, несмотря на то, что в 2019 году урожайность и была относительно высокой 41,9 ц/га, но в 2017 году она была еще выше и составляла 64,8ц/га, из-за этого снижения урожайности рост себестоимости составил 353,8 рублей.

По яровой пшенице и ячменю рост себестоимости 1ц происходил как за счет роста производственных затрат, соответственно на 204,9 и 269 рублей, так и за счет снижения их урожайности на 299,3 и 133,5 рублей.

Себестоимость 1ц подсолнечника выросла на 7,9 руб., за счет роста производственных затрат на 513 рублей, а за счет роста урожайности она сократилась на 505,1 рублей.

Себестоимость 1ц сахарной свеклы также выросла на 29,4 руб., за счет роста производственных затрат её прирост составил 39,6 рублей, а за счет роста урожайности она сократилась на 10,3 рублей.

Снижение себестоимости зависит от целого ряда факторов, которые можно разделить на зависящие от предприятия (внутренние) и внешние, не зависящие от него. К внешним факторам целесообразно отнести инфляцию, тарифы и цены на сырье, уровень конкуренции в отрасли, государственную политику. В сельском хозяйстве весомым внешним фактором выступают погодные условия. Неблагоприятные условия и их последствия зачастую приводят к низкой урожайности в отрасли растениеводства.



Рис. 1 - Динамика себестоимости 1ц продукции в ООО «Вишневокское» за 2014-2019 гг.

Проанализировав структуру себестоимости продукции растениеводства нескольких хозяйств Тамбовской области, таких как СХПК «Родина», ООО «Вишневокское», СХПК Гладышевский, ООО Центральное, СХПК Восход и других аграрных организаций выявили, что в структуре себестоимости 1 ц продукции значительный удельный вес занимают затраты на основные средства (от 14 до 22%), семена (от 10 до 14%), минеральные удобрения (от 4 до 14%) и средства защиты растений (от 1 до 14%).

Многолетние исследования показывают (рис. 1), что в условиях рыночной экономики себестоимость растениеводческой продукции имеет тенденцию роста, так как происходят непрерывные инфляционные процессы. Кроме того, ценообразование промышленной продукции имеет тесную привязку к валютному рынку доллару и евро.

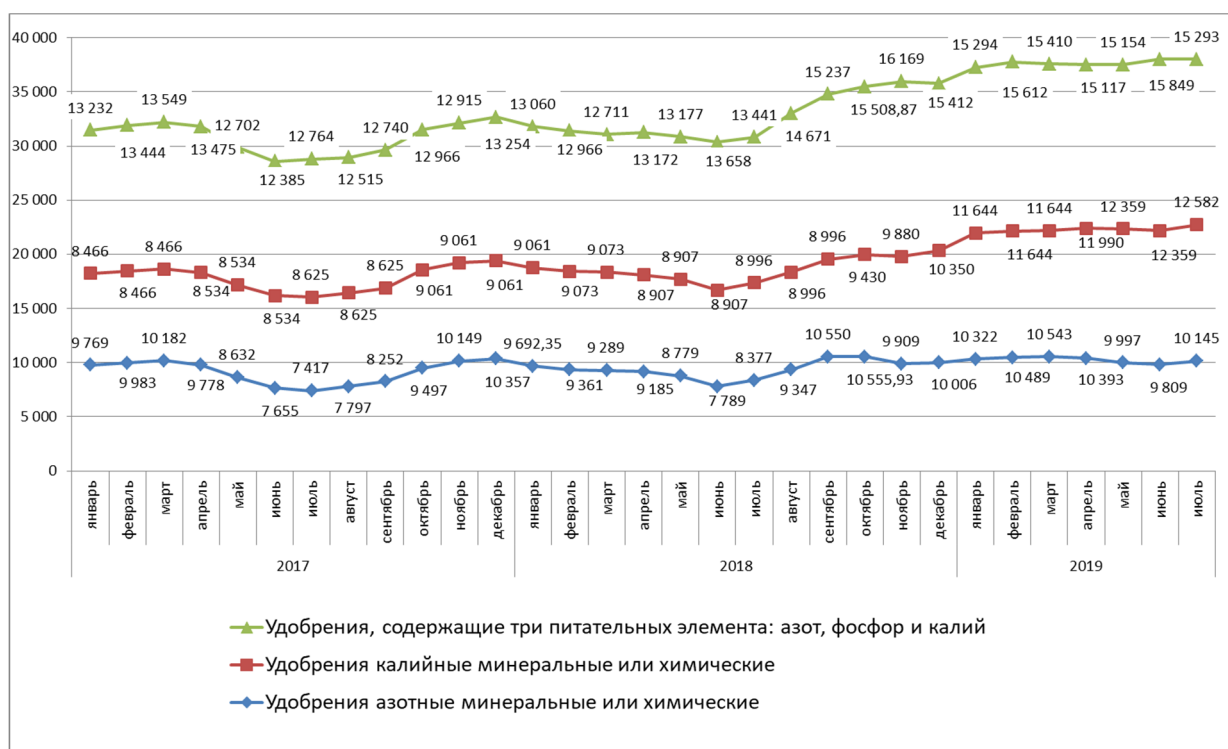


Рис. 2 - Динамика цен на основные минеральные удобрения, руб.

Повышенный интерес приобретает проблема снижения издержек на выпускаемую продукцию. Так, рыночные проблемы экономики заставляют искать резервы снижения себестоимости производимой продукции [1].

В таких условиях главным средством регулирования роста издержек растениеводческой продукции является правильное руководство и грамотный персонал организации.

Во-первых, организации могут вести свое семеноводство и обновлять семенной фонд раз в 5 лет, это даст сокращение на 1-2 % затрат на семена.

Во-вторых, практика показывает, что аграрные организации закупают минеральные удобрения сразу после уборочных работ в октябре, ноябре, в свою очередь маркетинговое исследование цен на минеральные удобрения и средства защиты растений за три года позволяет сделать выводы о росте цен в этот период.

Цены на минеральные удобрения и средства защиты растений были взяты с единой межведомственной информационно-статистической системы [4].

Согласно графику цен на основные минеральные удобрения (рис.2) считаем целесообразным закупать минеральные удобрения не сразу после уборки урожая и осенних работ, а в летние месяцы. Цены в этот период наименьшие и экономия может составить до 15%.

Отметим, что в современной российской экономике, когда ежегодно возрастают материальные затраты на производство, к действенным способам снижения себестоимости относятся: повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет внедрения прогрессивных систем земледелия, правильной обработки почвы, использования семян высокоурожайных сортов и гибридов, правильное применение органических и минеральных удобрений, средств борьбы с вредителями и болезнями растений, соблюдения оптимальных агротехнических сроков проведения работ. Перечисленные факторы, способствуют росту урожайности сельскохозяйственных культур. Их можно рассматривать и как факторы снижения себестоимости продукции.

Главным средством снижения себестоимости растениеводческой продукции являются также и трудовые ресурсы. В производстве сельскохозяйственной продукции в формировании конечных результатов важнейшая роль принадлежит завершающим этапам технологических работ. Так, в растениеводстве можно качественно, в лучшие сроки провести все предыдущие работы, но если организация опоздает с уборкой и растянет её, если уборка будет проведена

некачественно, то неизбежны большие потери урожая. В данной ситуации теряется соответствующая часть труда и средств, и как следствие происходит рост себестоимости.

В экономическом анализе себестоимости растениеводческой продукции особая роль отводится корреляционно-регрессионному анализу. С его помощью целесообразно определить влияние отдельных факторов на себестоимость 1ц зерновых, а также выявить, какие из этих факторов оказывают наибольшее влияние [1, 2, 3].

При построении многофакторной модели прогнозирования себестоимости зерновых культур могут быть включены следующие факторы, которые схематически отражены на рисунке 3.

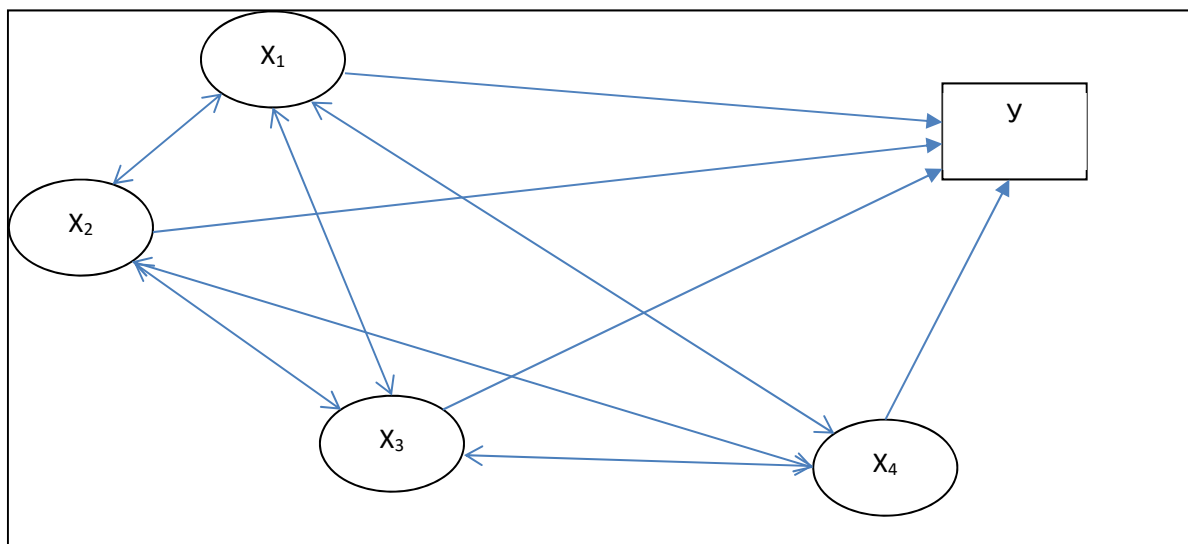


Рис. 3- Взаимосвязь факторов

Результурующий признак:

Y - Себестоимость 1ц зерновых культур, руб.

Переменные признаки:

X₁ - Материальные затраты на 1 га, руб.;

X₂ - Урожайность, ц/га;

X₃ - Посевная площадь зерновых, га;

X₄ - Затраты труда на 1 га зерновых, чел.-час.

Результаты проведенного многофакторного анализа выявили следующую зависимость:

$$Y=605,5+0,02x_1-13,2x_2+0,03x_3-0,22x_4$$

Коэффициент детерминации для линейной модели равен $R^2= 0,999$ и показывает, что в 99,9% случаев изменения переменных признаков (X) приводят к изменению себестоимости 1ц зерна. Другие изменения (0,01%) объясняются не учтенными факторами модели.

Используя полученную зависимость, руководство ООО «Вишневокское» может брать на вооружение для прогнозирования себестоимости и резервов ее снижения.

Полученная производственная зависимость позволяет сделать следующие выводы:

- прибавка урожайности зерновых культур в ООО «Вишневокское» на 1ц/га должна повлечь к снижению себестоимости 1 ц продукции на 13,2 руб.;
- дополнительное привлечение затрат труда на 1чел /час в расчете на 1га зерновых, также должно повлечь к снижению себестоимости 1 ц зерна на 0,22руб.;
- расширение посевной площади на 1 га сопровождается ростом себестоимости единицы продукции на 0,03 руб.;
- рост материальных затрат на 1руб приводит к увеличению себестоимости на 0,02 руб.

Таким образом, качественное и рациональное использование ресурсов, а также грамотное соблюдение технологического процесса должно минимизировать затраты на производство.

Обобщая акцентируем, что снижение себестоимости зависит от целого ряда факторов, внутренних, непосредственно зависящих от предприятия и внешних, не зависящих от него. Административный аппарат управления, используя в совокупности такие методы и инструменты, как статистическое наблюдение, сводка и группировка материалов статистического наблюдения, факторный анализ, маркетинговое исследование, корреляционный и регрессионный анализ выявляет резервы снижения издержек, тем самым влияя на уровень себестоимости.

Библиография

1. Акиндинов, В.В. Урожайность и факторы, оказывающие влияние на неё в сельскохозяйственном производстве/ В.В. Акиндинов, А.В. Курьянов// Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. 2018. С. 17-20.
2. Акиндинов, В.В. Анализ урожайности продукции как инструмент повышения эффективности сельскохозяйственного производства / В.В. Акиндинов, А.В. Курьянов // Сборник научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета. В 4 т. Т. 3. – Мичуринск, 2016. – С. 11-14.
3. Курьянов, А.В. Себестоимость продукции как средство регулирования эффективности производства / А.В. Курьянов, В.В. Акиндинов // Финансовый вестник. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. № 2 (33). – С. 137-141.
4. <https://www.fedstat.ru/>

References

1. Akindinov, V. V. Productivity and factors influencing it in agricultural production/ V. V. Akindinov, A.V. Kuryanov// Ways to implement the Federal scientific and technical program for agricultural development for 2017-2025. Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Kurgan region. Under the General editorship of S. F. Sukhanova. 2018. Pp. 17-20.
2. Akindinov, V. V. Analysis of product productivity as a tool for improving the efficiency of agricultural production / V. V. Akindinov, A.V. Kuryanov // Collection of scientific papers dedicated to the 85th anniversary of Michurinsk State Agricultural University. In 4 vols. 3. - Michurinsk, 2016. - Pp. 11-14.
3. Kuryanov, A.V. Production cost as a means of regulating production efficiency / A.V. Kuryanov, V. V. Akindinov // Financial Bulletin. – Voronezh: Voronezh State Agricultural University, 2016. № 2 (33). – Pp. 137-141.
4. <https://www.fedstat.ru/>

Сведения об авторах

Акиндинов Валерий Викторович, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухгалтерского учета, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д.101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел.+7 906 659-82-28

Лосева Алла Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухгалтерского учета, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д.101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел +7 953 122-81-12

Курьянов Алексей Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухгалтерского учета, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д.101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел +7 906 597-82-10

Information about authors

Akindinov Valery Viktorovich, candidate of economic sciences, associate professor of finance and accounting department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», 101 Internatsionalnaya str., Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel.+7 906 659-82-28, e-mail: t34ert@mail.ru

Loseva Alla Sergeevna candidate of economic sciences, associate professor of finance and accounting department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», 101 Internatsionalnaya str., Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel +7 953 122-81-12

Kuryanov Alexey Vladimirovich, candidate of economic sciences, associate professor of finance and accounting department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», 101 Internatsionalnaya str., Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel +7 906 597-82-10

И.А. Демешева

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НА ФИНАНСОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Сельскохозяйственные товаропроизводители в своей деятельности имеют право применять общий и специальные режимы налогообложения, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на финансово-экономические показатели деятельности организаций. Одним из специальных режимов, получивших широкое распространение, является система налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей – ЕСХН. Несмотря на значительную изученность ЕСХН практика применения данного режима налогообложения постоянно привлекает к себе внимание, да и к тому же с 1 января 2019 года были внесены изменения в налоговое законодательство в части отмены ряда преференций по ЕСХН, которые требуют переосмысления сельскохозяйственными предприятиями своей налоговой политики и проведения расчетов по оценке выгоды применения используемого режима налогообложения. Статья посвящена актуальным изменениям, произошедшим в налоговом законодательстве по единому сельскохозяйственному налогу. В ней рассматриваются особенности, положительные и отрицательные стороны ЕСХН по сравнению с общим режимом налогообложения, предусмотренными Налоговым кодексом РФ. Автором проведены расчеты по оценке эффективности применения ЕСХН в сравнении с общей системой налогообложения на примере конкретной сельскохозяйственной организации Белгородской области. Сформулированы предложения рекомендательного характера по применению ЕСХН сельскохозяйственными товаропроизводителями в современных условиях хозяйствования.

Ключевые слова: сельское хозяйство, налог, налоговый режим, единый сельскохозяйственный налог, налог на добавленную стоимость, налоговая нагрузка, финансовый результат.

INFLUENCE OF TAX REGIMES ON THE FINANCIAL RESULT OF THE ENTERPRISE

Abstract. Agricultural producers in their activities have the right to apply general and special taxation regimes, which can have both a positive and negative impact on the financial and economic performance of organizations. One of the special regimes that has become widespread is the system of taxation for agricultural producers-ESCs. Despite considerable knowledge of UAT practice of application of this tax regime is constantly attracts attention, and besides, from January 1, 2019, changes were made to the tax legislation regarding cancellation of a number of preferences for accounts that require rethinking agricultural enterprises of their tax policies and calculations for the assessment of profitability of the use which mode of taxation. The article is devoted to current changes in the tax legislation on the unified agricultural tax. It examines the features, positive and negative aspects of the ESCs in comparison with the General taxation regime provided for by the Tax code of the Russian Federation. The author carried out calculations to assess the effectiveness of the use of the unified tax system in comparison with the General tax system on the example of a specific agricultural organization in the Belgorod region. Suggestions of a recommendatory nature on the application of the ESCs by agricultural producers in modern economic conditions were formed.

Keywords: agriculture, tax, tax regime, single agricultural tax, value added tax, tax burden, financial result.

Сельское хозяйство играет значительную роль в развитии экономики и продовольственной безопасности РФ. Финансирование отрасли направлено на увеличение числа хозяйствующих субъектов, объемов производства продукции, доходности и рентабельности. Рост доходов сельскохозяйственных организаций способствует увеличению доходов бюджетной системы государства.

В российской налоговой системе сельскохозяйственным товаропроизводителям предоставлена возможность выбора между общим и специальными режимами налогообложения в виде ЕСХН и упрощенной системы налогообложения (УСН). Основные условия налогообложения по этим системам представлены в таблице 1 [1].

Главным критерием для перехода на уплату ЕСХН является то, что доля дохода от реализации сельскохозяйственной продукции и продукции ее первичной переработки должна быть не менее 70% от общей величины выручки [3]. Следует отметить, что с 2019 года налоговое законодательство РФ позволяет субъектам федерации устанавливать дифференцированные налоговые ставки по ЕСХН (от 0% до 6%).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика режимов налогообложения для сельскохозяйственных организаций в 2020г.

Режимы налогообложения	Налоги			
	НДС	Налог на прибыль организаций	Налог на имущество организаций	ЕСХН
Общий (традиционный)	0% - при экспорте продукции; 10% - продовольственные товары, племенных животных; 20% - остальные товары, работы и услуги	0% - от реализации сельскохозяйственной продукции; 20% - прочая продукция.	максимальная ставка 2,2%	-
Система налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей (единый сельскохозяйственный налог)	Уплачивается по ставкам как при общем режиме налогообложения. Освобождение от уплаты - если доход не превысил 100 тыс. руб. за 2018г., 90 млн. руб. за 2019г., 80 млн. руб. за 2020г., 70 тыс. руб. за 2021г., 60 млн. руб. за 2022 г. и последующие годы	Освобождение (за исключением доходов по дивидендам)	Освобождение (за исключением имущества, не используемого для производства сельхозпродукции, продукции первичной и промышленной переработки этой продукции, работ и услуг)	0- 6% от разницы между доходами и расходами
Упрощенная система налогообложения	Освобождение (кроме ввоза товаров на таможенную территорию РФ)	Освобождение (за исключением доходов по дивидендам)	Освобождение (за исключением имущества, по которому налоговая база исчисляется как кадастровая стоимость)	По объекту налогообложения «доходы – расходы» - 5-15% (когда доходы превышают расходы, то 1% от суммы полученного дохода)

Кроме этого, с 2019 года сельскохозяйственные организации, уплачивающие ЕСХН, являются плательщиками налога на добавленную стоимость (НДС), то есть налогоплательщикам необходимо:

- начислять НДС при реализации товаров, работ, услуг и при получении авансов;
- в пятидневный срок передавать покупателям счета-фактуры с выделенной суммой НДС;
- запрашивать от поставщиков счета-фактуры для учёта входящего НДС;
- проявлять необходимую осмотрительность и осторожность при выборе контрагента (чтобы не получить отказ в вычете);
- вести книги продаж и покупок;
- каждый квартал сдавать декларацию по НДС в электронном виде;
- вовремя перечислять НДС в бюджет (тремя равными платежами не позже 25 числа каждого из трех месяцев, следующих после отчётного квартала).

Однако сельхозпредприятия могут получить освобождение от уплаты ЕСХН, исходя из критериев, представленных в таблице 1. Для этого в налоговый орган необходимо подать уведомление и документы, подтверждающие величину доходов за предыдущий налоговый период.

Изменения по НДС направлены на постепенное вливание плательщиков ЕСХН в цепочку плательщиков НДС. Это позволит повысить спрос на сельскохозяйственную продукцию, увеличить объемы продаж, а также предоставит возможность предприятиям проводить техническое и технологическое обновление производства, поскольку такие налогоплательщики вправе воспользоваться вычетом по НДС при приобретении оборудования, сельскохозяйственной техники, сырья и материалов для производства.

Так же налогоплательщики ЕСХН ориентированы на уплату транспортного налога, земельного налога, налога на имущество (с 2018г. не облагаются налогом только объекты по производству профильной (сельскохозяйственной) продукции, используемые для первичной и промышленной переработки произведенной продукции, необходимые для оказания услуг производителями сельхозпродукции), страховых взносов, выполняют обязанности налоговых агентов по налогу на доходы физических лиц (в отношении своих работников).

Для применения упрощенной системы налогообложения необходимо выдержать критерии, установленные ст. 346.12 и ст. 346.13 НК РФ. Так, основными ограничениями, обозначенными в кодексе, являются: численность работников – не более 100 чел., остаточная стоимость основных средств - не более 150 млн. руб., сумма дохода за налоговый период – не более 150 млн. руб., доля участия других организаций – не более 25%. Следует отметить, что в Белгородской области для сельскохозяйственных товаропроизводителей налоговая ставка установлена в размере 5% от разницы между доходами и расходами.

Белгородская область – аграрный регион, располагающий 1,1% населения и 1% пахотных земель страны. Область производит 1% валового продукта РФ и около 5 % продукции сельскохозяйственного производства. По данным отчетности Департамента АПК и воспроизводства окружающей среды Белгородской области (табл. 2) в 2019 году из 201 сельскохозяйственных организаций, 60% применяли общий режим налогообложения, 34% - систему налогообложения в виде ЕСХН, остальные – другие специальные налоговые режимы.

Таблица 2 – Финансовые результаты сельскохозяйственных организаций Белгородской области на ЕСХН

Наименование показателей	2017 год	2018 год	2019 год	2019 год к 2017 году	
				абсолютное отклонение	темп прироста, %
Количество сельскохозяйственных организаций	204	210	201	-3	98,5
Количество сельскохозяйственных на ЕСХН- всего	76	75	69	-7	90,8
из них убыточных	13	12	7	-5	53,8
Выручка – всего, тыс. руб.	9465128	8895885	9154153	-310975	96,7
в том числе от продажи сельхозпродукции	8990765	8408793	8723070	-267695	97,0
Себестоимость продаж – всего, тыс. руб.	7920733	7673619	7061959	-858774	89,2
в том числе проданной сельхозпродукции	7487588	7037655	6457331	-1030257	86,2
Чистая прибыль, тыс. руб.	981015	1077152	1088178	107163	100,9
Чистый убыток, тыс. руб.	102756	82118	59223	-43533	57,6
Налоговая база, тыс. руб.	329088	431450	527998	198910	160,4
Сумма начисленного ЕСХН по налоговой декларации, тыс. руб.	19744	25879	33637	13893	170,4

За 2017-2019 годы численность предприятий на ЕСХН сократилась на 9,2%. Численность убыточных организаций снизилась практически в 2 раза и составила в отчетном году 7 единиц. Кроме этого, за анализируемый период наблюдается снижение выручки и себестоимости проданных товаров, продукции, работ и услуг на 3,3% и 10,8% соответственно. Из-за сокращения расходов чистая прибыль предприятий возросла на 0,9%. Убыток сократился на 42,4%. Налоговая база по ЕСХН постоянно повышается из-за снижения убытка. За три года она возросла на 60,4% и составила в 2019 году 527998 тыс. руб. Это привело к увеличению начисленного налога на 70,4%.

В 2019 году налоговая нагрузка сельскохозяйственных предприятий Белгородской области (с учетом обязательств по страховым взносам), находящихся на специальном режиме, составила в среднем 4,9% (рис. 1). Это ниже налоговой нагрузки организаций, находящихся на общем режиме налогообложения. По сравнению с предыдущими периодами показатель

увеличился из-за возникновения обязанности по уплате налога на добавленную стоимость и налога на имущество организаций.

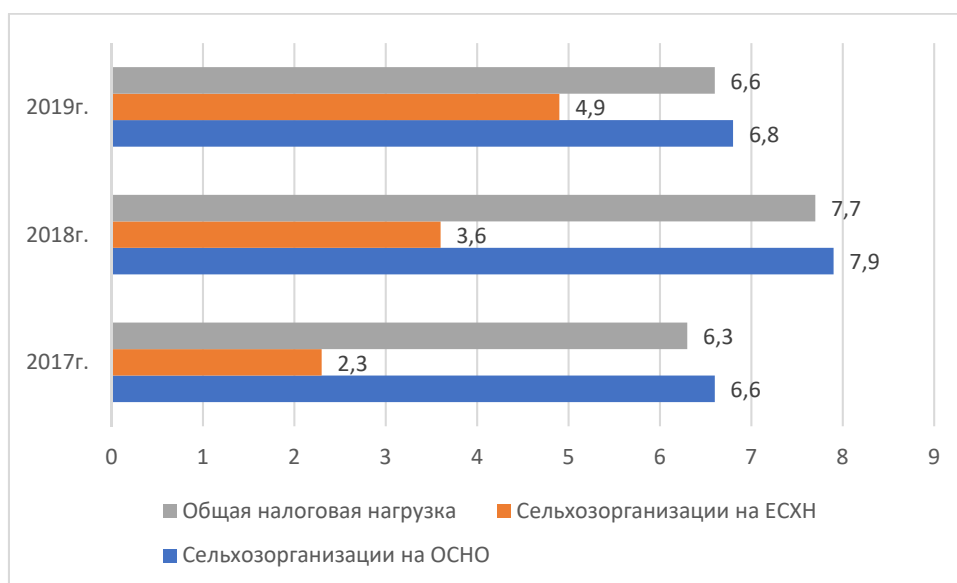


Рис. 1 - Налоговая нагрузка сельскохозяйственных организаций Белгородской области, %

Быть плательщиком НДС, не отказываясь при этом от спецрежима по ЕСХН, выгодно прежде всего крупным предприятиям, которые приобретают дорогостоящую технику и оборудование. Небольшие хозяйствующие субъекты могут освободиться от такой обязанности. Отказаться от такого освобождения в течение налогового периода нельзя. Прекратить освобождение можно при утрате права на него в случае несоблюдения установленного ограничения по величине дохода. Следует так же учесть, что при освобождении от НДС организация не сможет воспользоваться налоговым вычетом по «входящему» НДС, что приведет к повышению себестоимости продукции и далее, как следствие, ее удорожанию при реализации.

Для полного раскрытия вопроса по применению специального режима в виде ЕСХН обозначим его плюсы и минусы. К плюсам можно отнести:

- добровольный переход на режим и выход из него;
- снижение налоговой нагрузки;
- оптимальные сроки уплаты (авансовый платеж – по итогам полугодия; окончательный расчет – по итогам года);
- возможность перенесения полученных убытков на будущие налоговые периоды [6].

Отрицательные стороны применения ЕСХН:

- закрытый перечень расходов при исчислении налоговой базы, причем в состав расходов включаются только те, которые оплачены;
- применение различных методов учета в бухгалтерском и налоговом учете;
- ведение отдельного учета по объектам движимого и недвижимого имущества, необлагаемого и облагаемого налогом на имущество;
- возникновение административных расходов, связанных с введением обязанности по уплате НДС или, наоборот, подаче документов на освобождение от такой обязанности [2, 4, 5].

Рассмотрим выгодность применения ЕСХН на примере ЗАО «Имени Кирова» Вейделевского района (таблица 3). Предприятие специализируется на производстве зерна. Среднегодовая численность работников - 110 чел. Площадь сельскохозяйственных угодий около 8 тыс. га. В своей деятельности предприятие применяет специальный режим налогообложения в виде ЕСХН. Освободиться от уплаты НДС организация не может, поскольку выручка за 2019 году составляет более 90 тыс. руб. Поэтому оценим эффективность использования ЕСХН в сравнении с общей системой налогообложения (ОСНО).

**Таблица 3 – Расчет эффективности налогообложения
ЗАО «Имени Кирова» Вейделевского района**

Наименование показателей	Фактически данные по ЕСХН, тыс. руб.				Прогноз ОСНО, тыс. руб.
	2017 год	2018 год	2019 год	2019 год от 2017 года, (+;-)	
Начислено налогов – всего, в том числе:	2763	3172	23965	21202	23622
- НДС	-	-	20800	20800	20800
- налог на имущество	-	144	217	217	796
- ЕСХН	311	123	922	611	-
- водный налог	88	72	83	-5	83
- земельный налог	2044	2528	1643	-401	1643
- транспортный налог	311	298	300	-11	300
Страховые взносы	11784	11342	12734	950	12734
Величина налогов и страховых взносов - всего	14547	14514	36699	22152	36356
Выручка	148375	139537	174588	26213	174588
Налоговая нагрузка, %	9,8	10,4	21,0	11,2	20,8
Налоговая экономия (+), потери (-) на ОСНО	-	-	-	-	343
Чистая прибыль	31781	1190	28507	-3274	28850

Из данных таблицы видно, что за 2017-2019 годы в организации величина начисленных налогов увеличилась на 21202 тыс. руб., что объясняется уплатой НДС в 2019 году, возникновением обязанности по исчислению и перечислению налога на имущество организаций с 2018 года., ростом суммы ЕСХН в связи с превышением темпа роста доходов над темпом роста расходов. Так, в частности, выручка предприятия по отношению к уровню 2017 года увеличилась на 26213 тыс. руб. или на 17,7%. В связи с этим налоговая нагрузка ЗАО «Имени Кирова» возросла на 11,2%.

Если сравнить фискальные платежи по ЕСХН и ОСНО, то они по основному режиму налогообложения (прогнозные показатели) оказались ниже на 343 тыс. руб. Это обусловлено тем, что предприятие по прибыли, полученной от продажи сельскохозяйственной продукции и продукции ее первичной переработки, не уплачивает налог на прибыль организаций, так как НК РФ здесь установлена налоговая ставка 0%. У предприятия есть обороты от реализации прочей продукции, работ и услуг, но прибыли по таким операциям акционерное общество не получает. Поэтому за 2019 год плательщиком налога на прибыль организаций ЗАО «Имени Кирова» признать нельзя. На ОСНО организация будет исчислять налог на имущество организаций в большем размере, поскольку здесь не действуют преференции, установленные при ЕСХН. Все это может привести к незначительному снижению налоговой нагрузки, а именно на 0,2% и увеличению чистой прибыли предприятия с 28507 тыс. руб. до 28850 тыс. руб.

Поэтому сельскохозяйственным товаропроизводителям важно проводить всестороннюю оценку преимуществ и недостатков использования ЕСХН, анализировать эффективность применения того или иного режима налогообложения, а государству следует учитывать особенности их применения при разработке налоговой политики для стимулирования развития сельского хозяйства в стране.

Библиография

1. Российская Федерация. Законы. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая): федеральный закон от 05.08. 2000 № 117-ФЗ. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.10.2020)
2. Будкова Н.А., Демешева И.А. Оценка эффективности применения ЕСХН / В книге: Молодёжный аграрный форум - 2018. Материалы международной студенческой научной конференции. 2018. С. 144.
3. Демешева И.А., Тетюркина Е.В. Оценка налоговой нагрузки сельскохозяйственных организаций региона / Монография. Белгород, 2017.
4. Демешева И.А., Тетюркина Е.В. Выбор системы налогообложения хозяйствующими субъектами аграрного сектора / Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2019. № 1 (74). С. 122-134.
5. Решетняк Л.А. Преимущества и недостатки ЕСХН для сельхозтоваропроизводителей / Инновации в АПК:

проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 99-105.

6. Супрун Ж.В., Золотарёва О.И. Обоснование выбора системы налогообложения в сельском хозяйстве / В сборнике: Современные проблемы экономики АПК и их решение. Материалы национальной конференции. 2019. С. 97-102.

References

1. Of the Russian Federation. Laws. Tax code of the Russian Federation (part two): Federal law No. 117-FZ of 05.08. 2000. [Electronic resource]. - URL: <http://www.consultant.ru> (date of issue: 21.10.2020)

2. Budkova N. A., Demesheva I. A. Evaluation of the effectiveness of the use of eskhn / In the book: Youth agricultural forum-2018. Materials of the international student scientific conference. 2018. P. 144.

3. Demesheva I. A., Tetyurkina E. V. Assessment of the tax burden of agricultural organizations in the region / Monograph. Belgorod, 2017.

4. Demicheva I. A., E. V. Chetyrkin the Choice of tax system business entity-mi agricultural sector / Bulletin of the Belgorod University of cooperation, Economics and law. 2019. No. 1 (74). Pp. 122-134.

5. Reshetnyak L. A. Advantages and disadvantages of the unified agricultural tax system for agricultural producers / Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2019. No. 3 (23). Pp. 99-105.

6. Suprun Zh. V., Zolotareva O. I. Justification of the choice of the taxation system in agriculture / In the collection: Modern problems of the agro-industrial complex economy and their solution. Materials of the national conference. 2019. Pp. 97-102.

Сведения об авторе

Демешева Ирина Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 74722 39-22-04

Information about the authors

Demesheva Irina Alekseevna, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 74722 39-22-04

В.А. Ломазов, О.С. Акупян, Р.В. Капинос, А.В. Ломазов

ПРИМЕНЕНИЕ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Совершенствование методологии формирования и мониторинга программ развития регионов является актуальным направлением социально-экономических исследований. Программы развития регионального агропромышленного комплекса (АПК), являющегося одним из динамично развивающихся секторов национальной экономики, в современных условиях (глобальная социально-политическая нестабильность, мировые торговые войны и внешние санкции, экологический кризис, всемирные эпидемии и т.д.) приобретают особое значение для экономической безопасности государства, что требует применения научных подходов к их разработке и реализации. Целью работы является обоснование и развитие инструментария сценарного подхода в сочетании с применением современных экспертных интеллектуальных технологий для решения задач разработки региональных программ развития АПК. В работе проведен анализ особенностей региональных программ развития АПК, в рамках которого выделены цели и основные элементы процесса государственного программирования региональной социально-экономической политики применительно к сельскохозяйственной отрасли; сформулированы задачи, решаемые на этапе разработки программы; указаны условия, необходимые для успешной реализации региональной программы развития АПК. В качестве обоснования применения сценарного подхода к формированию региональных программ развития АПК проведен анализ факторов, определяющих высокий уровень неопределенности при оценке общей социально-экономической ситуации в регионе и при прогнозировании результатов реализации программы. Выделены основные направления и сформулированы принципы прогнозирования применительно к региональному АПК. В рамках реализации сценарного подхода к формированию региональных программ развития агроэкономики проведен анализ возможности применения современных методов оценки (PESTLE- и SWOT-анализ) и прогнозирования развития агроэкономических систем с использованием гибридной методологии теории искусственного интеллекта (сочетание лингвистического моделирования, процедур нечеткого логического вывода и механизмов обучения нейронных сетей). Предложена архитектура интерпретируемой нечеткой нейронной сети, предназначенной для решения задач прогнозирования результатов реализации региональных программ развития АПК.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, региональная программа, сценарный подход, прогнозирование, PESTLE-анализ, SWOT-анализ, лингвистическое моделирование, нечеткий логический вывод, нечеткая нейронная сеть.

APPLICATION OF THE SCENARIOUS APPROACH IN THE FORMATION OF REGIONAL PROGRAMS FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. Improving the methodology for the formation and monitoring of regional development programs is an urgent area of socio-economic research. Development programs for the regional agro-industrial complex, which is one of the dynamically developing sectors of the national economy, in modern conditions (global socio-political instability, world trade wars and external sanctions, environmental crisis, global epidemics, etc.) acquire special significance for the economic security of the state, which requires the use of scientific approaches to their development and implementation. The aim of the work is to substantiate and develop the scenario approach tools in combination with the use of modern expert intelligent technologies to solve the problems of developing regional programs for the development of the agro-industrial complex. The paper analyzes the features of regional programs for the development of the agro-industrial complex, within the framework of which the goals and main elements of the process of state programming of regional socio-economic policy in relation to the agricultural sector are highlighted; the tasks to be solved at the stage of program development are formulated; the conditions necessary for the successful implementation of the regional agro-industrial complex development program are indicated. As a justification for the application of the scenario approach to the formation of regional programs for the development of the agro-industrial complex, an analysis of the factors that determine a high level of uncertainty in assessing the general socio-economic situation in the region and in predicting the results of the program is carried out. The main directions are highlighted and the principles of forecasting are formulated in relation to the regional agro-industrial complex. As part of the implementation of the scenario approach to the formation of regional programs for the development of agro-economics, an analysis was made of the possibility of using modern methods of assessment (PESTLE- and SWOT-analysis) and forecasting the development of agro-economic systems using the hybrid methodology of the theory of artificial intelligence (a combination of linguistic modeling, fuzzy inference procedures and learning mechanisms neural networks). The architecture of an interpreted fuzzy neural network is proposed for solving the problems of predicting the results of the implementation of regional programs for the development of the agro-industrial complex is proposed.

Keywords: agro-industrial complex, regional program, forecasting, scenario approach, PESTLE-analysis, SWOT-analysis, linguistic modeling, fuzzy logical conclusion, artificial fuzzy neural network.

Введение

В настоящее время важным инструментом государственного регулирования и планирования становится реализация программ социально-экономического развития в стране и регионах. Региональные программы являются разновидностью целевых программ и служат способом мобилизации ресурсов для решения неотложных, первоочередных территориальных проблем. Правовой статус этих программ регулируется соответствующим законодательством субъектов Российской Федерации. Целевая программа принимается как часть общих правил бюджетной системы и как форма определения направлений распределения бюджетных средств [1].

Особое значение для социально-экономической политики региона имеет правильно выбранная концепция его развития, определяющая выработку комплексных механизмов управления, которые должны гибко реагировать на проблемы регионального развития и предполагать эффективное использование внутренних ресурсов региона, создание межрегиональных производственных комплексов и выравнивание социально-экономического развития и качества жизни отдельных районов. Грамотно разработанная концепция развития облегчает планирование, разработку целевых программ и достижение целей социально-экономической политики региона.

Правительством РФ разработан комплекс документов, в состав которого входят:

- прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года (разработан Минэкономразвития России);
- развитие регионов на базе «Стратегии социально-экономического развития регионов РФ» [2], и другие, на базе которых регионы разрабатывают свои концепции.

В этом случае регионы рассматриваются как подсистема государства, перенимающая все характерные для государства особенности. Однако каждый регион имеет свою специфику, что, в частности, проявляется (в силу географических и климатических различий) в развитии регионального агропромышленного комплекса (АПК).

Несомненная научная актуальность и практическая значимость проблематики обусловила значительное количество исследований, посвященных политическим (государственное регулирование) [3,4], экономическим [5,6], социальным [7,8] и научно-технологическим [9] аспектам разработки и реализации программ (проектов) применительно к различным направлениям социально-экономического развития регионов. Однако (несмотря на важную роль сельского хозяйства в экономике страны и значительную долю занятого трудоспособного населения) вопросы разработки методологического аппарата региональных формирования программ развития АПК исследованы в недостаточной степени.

Целью работы является обоснование и развитие инструментария сценарного подхода (как в наибольшей степени соответствующего высокому уровню неопределенности, характерному для аграрного производства) в сочетании с применением современных экспертных интеллектуальных технологий (лингвистический анализ, нечеткий логический вывод, STEP- и SWOT-анализ) для решения задач разработки и прогнозирования результатов региональных программ развития АПК.

Особенности разработки региональных программ развития АПК

Среди важнейших целей региональной социально-экономической политики применительно к сельскохозяйственной отрасли можно выделить:

- согласованность с общенациональной стратегией развития АПК и экономики страны в целом;
- научно обоснованное определение потенциала и прогнозирование перспектив региональной экономики АПК;
- комплексность практических решений при формировании регионального агропромышленного кластера;

- развитие экологического способа ведения хозяйства (органическое земледелие, биоэнергетика и другие «зеленые» технологии);
- социально-экономическое развитие сельских территорий, обеспечивающее высокий уровень качества жизни населения региона.

В региональный процесс государственного программирования с учетом специфики АПК целесообразно включить элементы, приведенные на рис. 1.

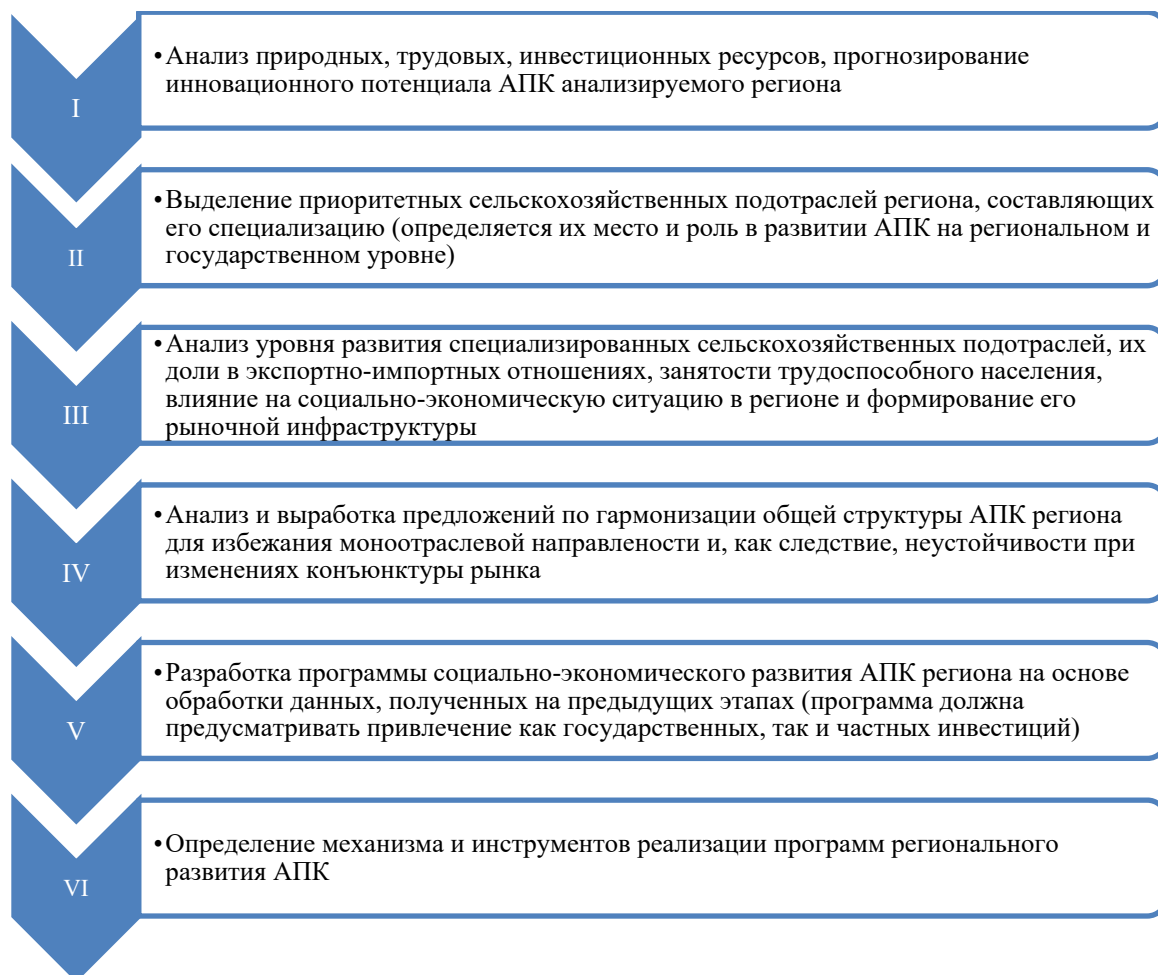


Рис. 1 - Элементы регионального процесса государственного программирования с учетом специфики АПК

Уже на этапе разработки программы развития АПК могут быть в значительной степени решены важные для дальнейшего регионального социально-экономического развития региона взаимосвязанные задачи:

- преодоление неадекватной (заниженной) оценки отечественными и зарубежными инвесторами имеющихся в настоящее время экономических возможностей АПК региона;
- повышение инвестиционной привлекательности АПК региона за счет предстоящей реализации внутрирегиональных программ социально-экономического развития;
- развитие научных исследований, направленных на совершенствование планируемых для применения в рамках программы современных агропромышленных технологий производства, переработки, транспортировки и хранения продукции АПК, а также утилизации отходов сельскохозяйственного производства;
- перспективное развитие системы аграрного образования, призванного, с одной стороны, обеспечить современное наукоемкое сельскохозяйственное производство высоко квалифицированными кадрами, а с другой стороны, дать возможность развитию человеческого капитала региона, подготовив востребованных на рынке занятости специалистов с достойными условиями и оплатой труда;

- вовлечение активной части населения сельских территорий в обсуждение и планирование мероприятий, направленных на социальное развитие и обеспечение экологической безопасности сельских территорий.

В рамках разработки региональных программ развития АПК следует учесть необходимость создания условий для их успешной реализации, среди которых можно выделить:

- оптимизирование региональной бюджетной системы для подготовки ее к сбору средств на инфраструктурные проекты с использованием инструментов денежного рынка (при этом развитие инфраструктуры всегда значительно повышает привлекательность региона для инвестиций);
- сокращение бюджетных расходов и предоставление налоговых льгот большинству выгодных инвесторов;
- проведение мероприятий по повышению информационной прозрачности региона для деловых партнеров и инвесторов;
- ускорение подготовки и переподготовки управленческих кадров АПК в регионе;
- улучшение условий для развития региона путем создания взаимовыгодных экономических связей с другими регионами России, ближнего и дальнего зарубежья.

Сценарный подход при планировании и прогнозировании

При разработке и выполнении региональных социально-экономических программ в сфере АПК (в соответствии со схемой, приведенной на рис.2) важную роль играет разработка возможных сценариев и прогнозирование результатов реализации программ.

После выработки общей концепции целесообразно рассмотреть несколько возможных сценариев реализации программы и для каждого из них составить прогноз возможных результатов. Анализ результатов либо позволяет перейти к принятию управленческих решений и последующей реализации мероприятий программы, либо требует возвращения (пунктирные стрелки) к предыдущим этапам для корректировки концепции или сценариев. Как видно из приведенной схемы возможен и другой (практический) способ получения данных для принятия управленческих решений, который состоит в анализе реальных (полученных в рамках мониторинга) результатов выполнения мероприятий программы. Однако второй способ связан с большими затратами времени (нужно дождаться реализации мероприятий) и возможными потерями в силу нерациональности (ошибочности) некоторых мероприятий. Таким образом, теоретический (основанный на сценарном прогнозировании) способ поддержки принятия решений более предпочтителен и является основным при использовании практического способа в качестве дополнительного.

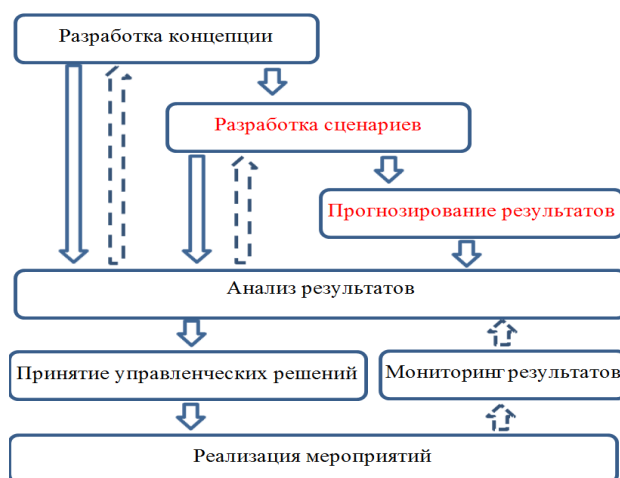


Рис. 2 - Схема разработки и реализации региональных программ социально-экономического развития АПК

Сложность теоретического способа обусловлена необходимостью рассмотрения нескольких сценариев в силу высокого уровня неопределенности при прогнозировании региональных социально-экономических программ в сфере АПК. При этом основными факторами неопределенности являются:

- зависимость региональной экономики от возможных изменений социально-экономической политики в рамках решений, принимаемых на федеральном уровне и на уровне отдельных (соседних) регионов;
- взаимное влияние хода выполнения отдельных региональных программ, основанных на использовании общих ресурсов;
- волатильность рыночной конъюнктуры сельскохозяйственной продукции;
- недостаточная точность, полнота и достоверность информации относительно производственно-экономического потенциала и результатов хозяйственной деятельности объектов агробизнеса;
- влияние возможных изменений международной обстановки на экономико-правовой режим функционирования крупных предприятий АПК;
- возможные изменения федеральной и региональной нормативно-правовой базы хозяйствования;
- риски, связанные с применением инновационных агротехнологий при отсутствии длительного опыта;
- социально-политические факторы, связанные с неравномерным развитием сельских территорий региона и неустойчивостью рынка труда;
- неполная предсказуемость погодно-климатических условий ведения агробизнеса;
- форс-мажорные обстоятельства (стихийные и экологические бедствия, зооэпидемии и т.д.).

Таким образом, эффективное прогнозирование результатов реализации региональной программы социально-экономического развития невозможно без прогноза общей ситуации в регионе. Применительно к сфере АПК необходимо на региональном уровне осуществлять прогнозирование (краткосрочное: 3-5 лет, среднесрочное: 6-14 лет, долгосрочное: 15-20 лет) по следующим принципиально важным направлениям:

- прогноз уровня загрязнения наземных и подземных источников вод – и его влияния на хозяйственную деятельность и качество рабочей силы;
- прогноз уровня загрязнения почвенного слоя – и его влияния на развитие сельского хозяйства;
- прогноз количественной динамики предприятий и продукции органического земледелия.

В основе разработки региональных прогнозов в сфере АПК должны лежать следующие принципы:

- принцип факторной структурности (на региональный производственно-экономический или социальный процесс в сфере АПК никогда не оказывает влияние только один какой-либо фактор, воздействие всегда имеет многофакторный характер);
- принцип факторной диверсификации (следует выявлять все многообразие факторов, влияющих на региональный производственно-экономический или социальный процесс в сфере АПК);
- принцип факторной доминанты (факторы влияют на региональные производственно-экономические и социальные процессы в сфере АПК с различной степенью силы, и, как правило, можно выявить один доминирующий фактор);
- принцип временной факторной доминанты (доминирование одного из факторов на уровне региональной экономики АПК всегда носит временный характер, никогда нельзя утверждать с абсолютной очевидностью, что тенденция трех-пяти лет будет продолжаться на протяжении последующих трех-пяти и более лет);

- принцип национальной доминанты (национальная экономическая политика в сфере АПК всегда превалирует в современных государствах над региональной, основные стратегические цели развития аграрно-промышленного кластера определяются на общенациональном уровне, и затем оказывают определяющее влияние на региональные социально-экономические стратегии);

- принцип регионального фактора (национальная экономическая политика в сфере АПК, не учитывающая изначально интересы каждого региона, неизбежно обречена на провал. Эффективной будет только та национальная политика, которая занимается глубоким изучением особенностей АПК каждого из регионов страны с целью выявления наиболее серьезных региональных проблем, и затем предлагающая мероприятия, которые могли бы оказать универсальное позитивное влияние на все или большинство регионов);

- принцип эмпирической доминанты (все социально-экономические прогнозы и региональные программы развития в сфере АПК должны опираться изначально на сбор максимально возможного количества достоверных эмпирических данных, при этом данные должны многократно проверяться по нескольким источникам информации).

Следует отметить, что традиционно сценарный подход предполагает текстовое описание характеристик и факторов развития исследуемой системы в случаях, когда методы математического моделирования неприменимы (например, в случаях высокого уровня неопределенности, характерного для социально-экономических систем). В настоящей работе предлагается расширение применения сценарного подхода (при сохранении его общих принципов) для решения задач прогнозирования результатов выполнения программ развития АПК за счет использования гибридной методологии теории искусственного интеллекта (сочетание лингвистического моделирования, процедур нечеткого логического вывода и механизмов обучения нейронных сетей).

Использование современных методов оценки текущего состояния и потенциала экономических систем для реализации сценарного подхода к формированию региональных программ развития АПК

Сценарный подход предполагает многовариантность развития системы, что требует использования единого методологического аппарата анализа различных сценариев (вариантов). Для оценки текущего (прогнозируемого в рамках сценария) состояния и потенциала регионального АПК предлагается использовать инструментарий SWOT- и PESTLE-анализа [10]. Основанием для использования SWOT-анализа являются возможности этого инструментария, дающие в результате исследования:

- представить в наглядном виде аналитические данные о состоянии агроэкономики региона;
- оценить инвестиционную привлекательность АПК региона по различным критериям;
- определить точки роста, которые могут быть использованы при стратегическом развитии регионального АПК;
- выявить подотрасли и предприятия АПК, выступающие в качестве локомотивов региональной аграрной экономики и найти наиболее рациональные методы их стимулирования;
- оценить влияние внешней микросреды (экономика региона в целом) на региональные агроэкономические процессы;
- выявить наиболее важных регионов-конкурентов и определить методы минимизации негативных влияний с их стороны;
- определить общие принципы региональной аграрной политики.

Все эти задачи могут быть исследованы как для начального (на момент создания программы), так и для прогнозируемого текущего (в некоторый заданный момент времени в ходе реализации программы) состояния агроэкономики региона.

Основные этапы процедуры проведения SWOT-анализа региональной аграрной экономики приведены на рис. 3. При этом указан основной порядок выполнения этапов, однако в случае необходимости (при установлении неполноты, недостоверности или противоречивости данных) возможен возврат и повторное прохождение отдельных этапов на новом методологическом уровне.

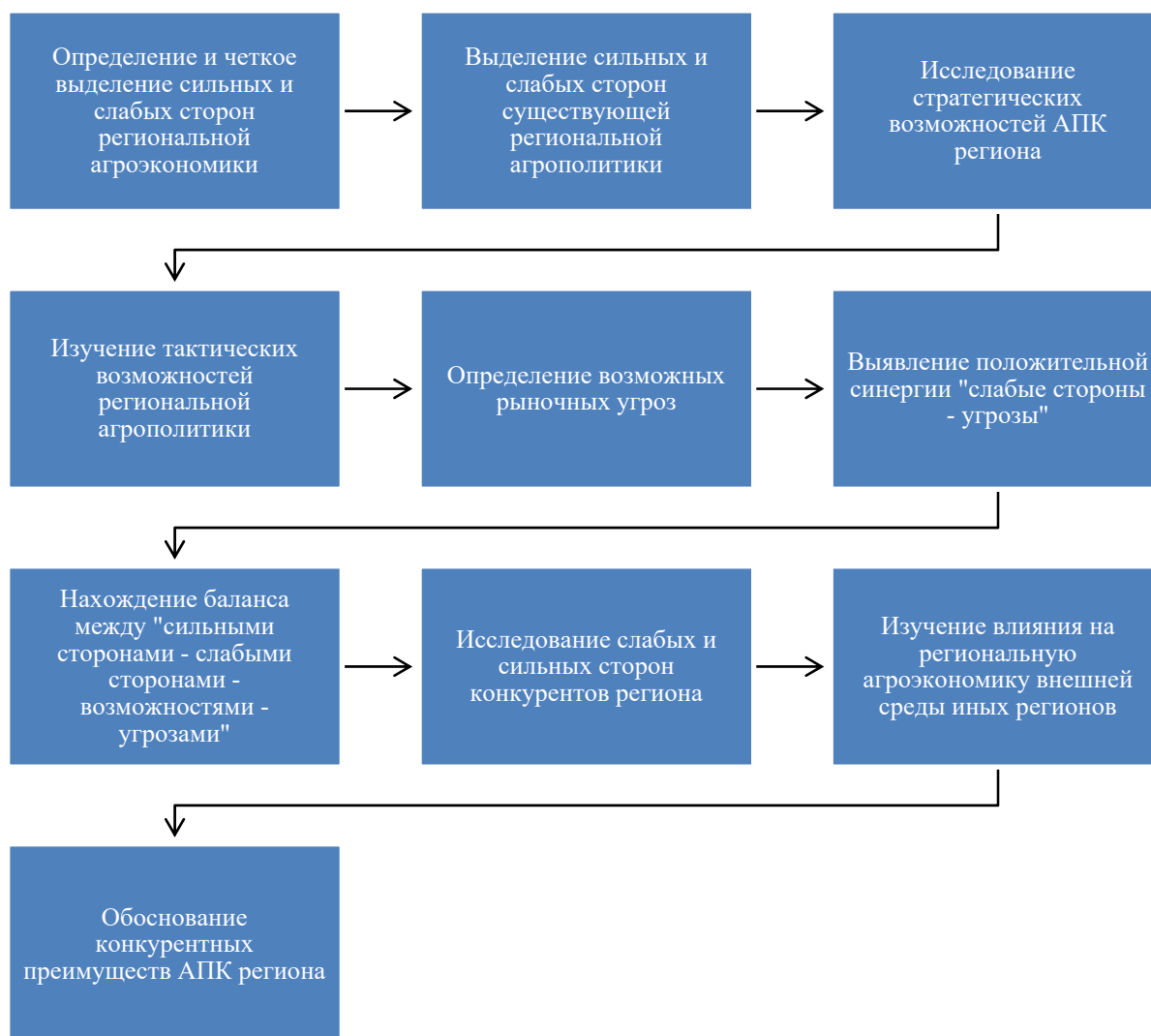


Рис. 3 - Основные этапы SWOT-анализа региональной аграрной экономики

Рассматривая (в качестве примера) региональную агроэкономику Белгородской области ([11], получим в результате SWOT-анализа матрицу факторов внутренней и внешней (на микроуровне) среды (табл. 3).

На основе построенной матрицы можно сделать вывод: АПК Белгородской области обладает большими потенциальными возможностями и сильными сторонами, превышающими отрицательные стороны. Для дальнейшего развития, региональной власти следует сделать упор на инновационное оснащение, стимулирование рождаемости и развитие органического земледелия. Исходя из этого, наиболее полное использование сильных сторон и возможностей, а также преодоление слабых и нейтрализация угроз является приоритетом для развития АПК региона. Следует учитывать, что невозможно сосредоточиться на одном из факторов или реализовать возможности, не принимая во внимание угрозы, поэтому перечисленные задачи должны решаться только в комплексе.

Целью PESTLE-анализа, проводимого в рамках разработки региональной программы АПК, является изучение воздействия базовых факторов внешней макросреды на развитие агроэкономики региона в средне- и долгосрочной перспективе. Тем самым, PESTLE-анализ представляет собой инструмент, дополняющий SWOT-анализ (рис. 4).

Таблица 3. Матрица факторов внутренней и внешней (микро-) среды региональной агро-экономики Белгородской области

<p>СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выгодное географическое положение региона; - благоприятные климатические и почвенные условия (70% земельных угодий – черноземы); - интенсивное развитие АПК; - газификация населенных пунктов и объектов АПК; - высокий удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием; - развитое государственно-частное партнерство в сфере АПК; - наличие высококвалифицированных кадров АПК; - развитая система учебных заведений АПК; - социальная стабильность населения сельских территорий региона; - многовековые крестьянские традиции сельского уклада и ведения хозяйства на территории области. 	<p>ВОЗМОЖНОСТИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использование преимуществ географического положения и природных условий региона; - развитие межрегиональных экономических связей; - государственная поддержка малого предпринимательства в сфере регионального АПК; - применение наукоемких инновационных технологий АПК; - развитие органического земледелия для получения востребованной на российском рынке экологически чистой продукции; - развитие и более широкое использование человеческого капитала в сфере регионального АПК; - повышение качества жизни населения сельских территорий региона; - увеличение населения региона за счет увеличения рождаемости и внутренней миграции.
<p>СЛАБЫЕ СТОРОНЫ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - неразвитость инновационной инфраструктуры АПК; - низкий объем внутренних инвестиций в сферу АПК; - недостаточный уровень материально-технической базы учреждений и предприятий социальной сферы сельских территорий региона; - низкий уровень средней заработной платы в сфере АПК; - сокращение сельского населения. 	<p>УГРОЗЫ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стагнация региональной экономики; - усиление межрегиональной конкуренции в сфере АПК; - экологические риски в регионе; - возникновение диспропорций на региональном рынке труда; - возникновение эпидемиологической опасности в регионе.

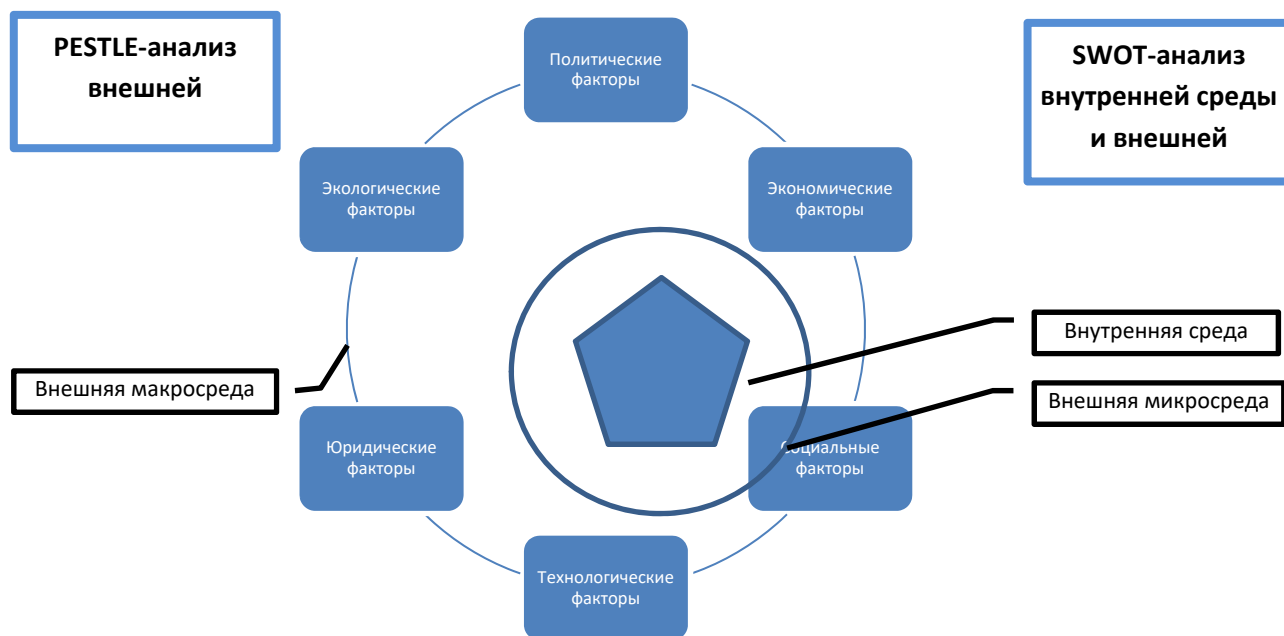


Рис. 4. Учет внутренних и внешних факторов региональной аграрной экономики с использованием инструментария SWOT- и PESTLE-анализа

При проведении PESTLE-анализа агроэкономики региона (в соответствии с общей методологией [10]) рассмотрим базовые факторы (политические, экономические, технологиче-

ские, социальные, технологические, юридические и экологические) развития. При этом отдельно рассмотрим факторы, определяющие новые возможности, и факторы, представляющие угрозу для развития рассматриваемой системы.

В частности, к основным экономическим факторам, представляющим угрозу для дальнейшего развития АПК Белгородского региона, следует отнести отсутствие полномасштабной диверсификации, слишком узкую аграрную специализацию региона. Среди политических факторов, несущих угрозу региональной агроэкономике – пограничный статус региона, его близость к нестабильной и непредсказуемой Украине. К социальным факторам, представляющим угрозу для Белгородской области – незначительный процент среднего класса и быстрое старение населения, высокий процент пенсионеров [11].

Выявление (с применением SWOT- и PESTLE-анализа) и количественная оценка (с применением экспертных технологий [12]) факторов внутренней и внешней среды региональной агроэкономики наряду с использованием различных наборов значений целевых показателей (в рамках вариантов), заложенных в программу развития АПК региона, может служить базой для сценарного прогнозирования при разработке программ.

Сценарный подход при прогнозировании реализации региональных программ развития АПК на основе нечеткой продукционной модели знаний предметной области

В рамках предлагаемого общего методологического подхода рассмотрим задачу составления среднесрочного прогноза последствий реализации региональной программы развития АПК, требующую учета факторов внутренней среды и факторов внешней микро- и макро-среды и являющуюся (по количеству учитываемых факторов) наиболее сложной из задач прогнозирования. Пусть в результате SWOT- и PESTLE-анализа регионального АПК определены:

- комплекс основных характеристик - $Char = \langle Ch_1, Ch_2, \dots, Ch_n \rangle$;
- комплекс факторов внутренней среды - $FactIntMed = \langle Fim_1, Fim_2, \dots, Fim_m \rangle$;
- комплекс факторов внешней среды - $FactExtMed = \langle Fem_1, Fem_2, \dots, Fem_p \rangle$.

Наряду с комплексом целевых показателей $TargInd = \langle Targ_1, Targ_2, \dots, Targ_s \rangle$, определяющим рассматриваемую программу, $Char$, $FactIntMed$, $FactExtMed$ составляют совокупность входных переменных процедуры составления среднесрочного прогноза:

$$InVar = \langle Char, FactIntMed, FactExtMed, TargInd \rangle.$$

Выходными переменными процедуры являются прогнозируемые значения характеристик регионального АПК $OutVar = CharProgn = \langle Chp_1, Chp_2, \dots, Chp_r \rangle$.

Фиксируя имеющееся начальное состояние региональной агроэкономики $Char^*$, целевые показатели программы $TargInd^*$ и внутренние факторы развития $FactIntMed^*$, будем связывать неопределенность только с влиянием внешних факторов, каждый набор которых $FactExtMed^*$ будет соответствовать некоторому сценарию. Хотя использование предлагаемой формализованной процедуры прогнозирования дает возможность рассмотрения большого числа сценариев, однако во многих случаях целесообразно ограничиться традиционным исследованием оптимистического, наиболее вероятного и пессимистического сценариев, выбрав соответствующие этим сценариям наборы значений внешних факторов. В дальнейшем будем рассматривать задачу прогноза для конкретного сценария, имея в виду, что анализ других сценариев производится подстановкой соответствующих наборов значений внешних факторов на вход процедуры. Будем предполагать, что рассмотренные в качестве лингвистических переменных [13] характеристики, показатели и факторы допускают количественное измерение (в баллах от 1 до 10) и вербальное измерение значениями терм-множества $T = \{\text{низкий, средний, высокий}\}$, отражающими уровень (степень влияния) каждой характеристики (фактора). Связь между вербальными и количественными переменными (семантическое правило) задается гауссовой функцией соответствия (функцией принадлежности нечеткого подмножества базового числового множества $U = [1, 10]$)

$$\mu(x) = \exp(-((x-\bar{x})/\sigma)^2),$$

где \bar{x} - центр, а σ - ширина гауссовой кривой (свои значения для каждой лингвистической переменной).

Знания о программе и региональной агроэкономике представим в виде базы нечетких продукционных правил, имеющих (в соответствии с [13]) при отсутствии адаптивного управления программой вид:

$$R^j, \eta^j: \quad \text{IF } ((Char, FactIntMed, FactExtMed, TargInd) - X^j \in T^{(n+m+p+s)}) \\ \text{THEN } (CharProgn - Y^j \in T), \\ j=1, 2, \dots, N,$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_{n+m+p+s})$, $Y = (y_1, y_2, \dots, y_r)$ – векторы вербальных (из множества T) значений, определяющих начальное состояние, действующие внутренние и внешние факторы, целевые индикаторы и прогнозируемое состояние региональной агроэкономики, а η^j – степень достоверности правила ($0 \leq \eta^j \leq 1$).

Другим способом представления знаний о предметной области является использование аппарата нечетких отношений. При этом (используя модель импликации Ларсена в соответствии с [14]) нечеткая модель прогноза будет иметь вид:

$$\mu_{InVar \rightarrow OutVar} = (\mu_{InVar})(\mu_{OutVar})$$

где μ_{InVar} , μ_{OutVar} , – функции соответствия термам из терм-множества T для входных и выходных переменных, а $\mu_{InVar \rightarrow OutVar}$ – функция соответствия термам для отношения импликации, связывающего входные и выходные переменные:

$$0 \leq \mu_{InVar}, \mu_{OutVar}, \mu_{InVar \rightarrow OutVar} \leq 1.$$

Фаззификация означает переход от полученных в результате SWOT- и PESTLE-анализа числовых значений входных переменных $InVar^*$ к термам (вербальным значениям) со значениями соответствия, найденными при подстановке числовых значений в гауссову функцию $\mu_{InVar}(x_i^*)$.

Нечеткий логический вывод (имплицирование) представляет собой определение значения функции соответствия термам для выходных переменных $\mu_{OutVar^*}(y)$ по формуле

$$\mu_{OutVar^*}(y) = (\mu_{OutVar}(y)) \left(\prod_{i=1}^{n+m+p+s} \mu_{InVar}(x_i^*) \right)$$

Нахождение числовых значений выходных переменных (дефаззификация) в соответствии с методом среднего центра производится по формуле:

$$OutVar^* = \frac{\sum_{j=1}^N OutVar^{*j} \left(\prod_{i=1}^{n+m+p+s} \exp(-(x_i^* - x_i^{*j})^2 / (\sigma_i^j)^2) \right)}{\sum_{j=1}^N \left(\prod_{i=1}^{n+m+p+s} \exp(-(x_i^* - x_i^{*j})^2 / (\sigma_i^j)^2) \right)}$$

Операции фаззификации, нечеткого имплицирования и дефаззификации удобно реализовать в виде интерпретируемой нечеткой многослойной нейронной сети [14], архитектура которой представлена на рис. 5.

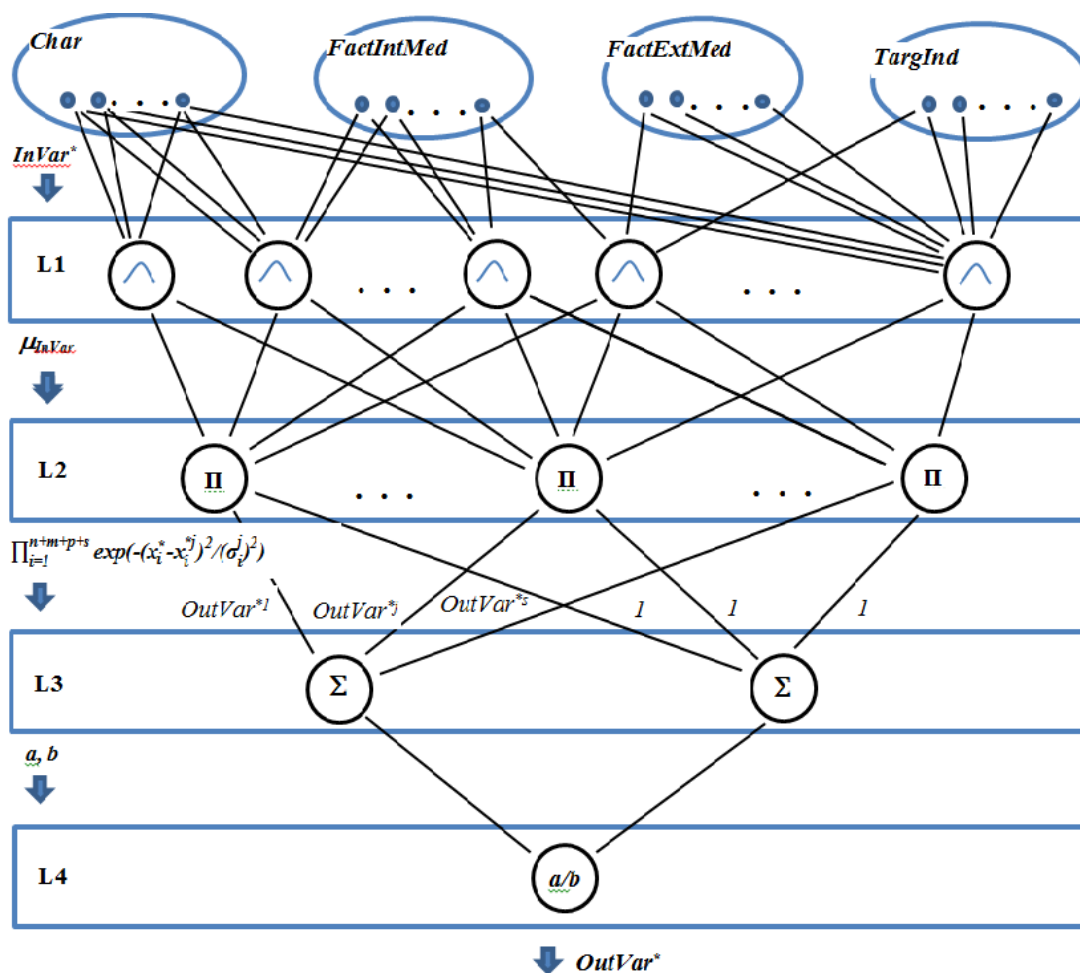


Рис. 5 - Схема реализации нечеткого нейро-сетевое прогнозирование результатов выполнения (в рамках конкретного сценария) региональной программы развития АПК

На вход элементов первого слоя (L1) подаются числовые значения входных переменных, на основе которых определяются значения μ_{InVar} , передаваемые на элементы второго слоя (L2). Конфигурация связей L2 соответствует базе правил, а мультипликаторы – операциям нечеткого имплицирования. Дефазификация представлена элементами третьего (L3) и четвертого (L4) слоев, причем роли весов связей от элементов L2 к элементам L3 играют центры $OutVar^{*j}$. L3 реализует суммирование, а L4 – деление, результатом которого является числовое значение выходной переменной $OutVar^*$. Следует отметить, что $OutVar^*$ является векторной величиной, каждая компонента которой представляет собой одну из прогнозируемых (в рамках рассматриваемого сценария) характеристик, и фактически необходимо выполнить приведенную на рис. 5 процедуру для каждой компоненты. Достоинством нейросетевой реализации решения задачи прогнозирования является возможность самообучения сети на элементах обучающей выборки. Поскольку рассматриваемая нейро-нечеткая сеть является сетью прямого распространения сигнала, то для ее обучения может быть использован метод обратного распространения ошибки [14].

Полученные в безразмерном виде относительные значения (в баллах) прогнозируемых характеристик могут быть использованы для дальнейшего анализа путем сравнения с начальными (на момент начала программы) и желаемыми относительными значениями соответствующих характеристик, а также для построения иерархии интегральных характеристик (показателей) [15].

Заключение

В работе проведен анализ особенностей региональных программ развития АПК, в рамках которого

- выделены цели и основные элементы процесса государственного программирования региональной социально-экономической политики применительно к сельскохозяйственной отрасли;

- сформулированы задачи, решаемые на этапе разработки программы;

- указаны условия, необходимые для успешной реализации региональной программы развития АПК.

Выполнен анализ факторов, определяющих высокий уровень неопределенности при оценке общей социально-экономической ситуации в регионе и при прогнозировании результатов реализации программы. Выделены основные направления и принципы прогнозирования. На основании проведенного анализа сделан вывод о целесообразности применения сценарного подхода к формированию и прогнозированию результатов региональных программ развития АПК.

Для исследования состояния и потенциала регионального АПК предложено и обосновано использование методологического аппарата SWOT-анализа (факторы внутренней и внешней среды) и PESTLE-анализа (факторы внешней микро- и макросреды). Определенные экспертами и выраженные в баллах начальные (на момент начала выполнения программы) относительные значения характеристик регионального АПК, факторов внутренней и внешней среды, а также целевых показателей программы являются входными переменными задачи прогнозирования.

Для учета высокого уровня неопределенности, характерного для агроэкономических систем, предложен переход (основанный на концепции лингвистического моделирования) от числовых значений характеристик (факторов, показателей) к вербальным значениям (термам) с нечетко заданной семантикой. В общем виде построена нечеткая модель связи между начальными и прогнозируемыми вербальными значениями с учетом влияющих внутренних и внешних факторов, а также целевых показателей программы. Предложена архитектура нечеткой нейронной сети, предназначенной для решения задач прогнозирования результатов реализации региональных программ развития АПК.

Инструментарий сценарного подхода (как в наибольшей степени соответствующего высокому уровню неопределенности, характерному для аграрного производства) в сочетании с применением современных экспертных интеллектуальных технологий (лингвистический анализ, нечеткий логический вывод, STEP- и SWOT-анализ) может служить методологической базой для поддержки принятия научно обоснованных управленческих решений при разработке программ развития регионального АПК.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00855.

Библиография

1. ФЗ РФ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (с изм. на 18 июля 2019 г.). [Электронный ресурс]. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: www.pravo.gov.ru, 18.07.2019, N 0001201907180038. (дата обращения 01.06.2020).

2. Стратегии социально-экономического развития регионов Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie_strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_subektov_rf/ (дата обращения 01.06.2020).

3. Алейник С.Н. Агропромышленному комплексу - постоянное внимание // АПК: Экономика, управление. 2017. № 5. С. 4-10.

4. Акупиан О.С., Капинос Р.В. Инновационные кластеры некоммерческих аграрных организаций экологической направленности как фактор развития региональной экономики // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. №4 (24). С.130-140.

5. Ломазов А.В., Ломазов В.А. Стейкхолдер-анализ инновационных агропроектов. Фундаментальные исследования. 2017. № 9-1. С. 200-205.

6. Акупиан О. С., Капинос Р. В. Региональные аспекты инвестиционной привлекательности предприятий аграрной направленности // Финансовая жизнь. 2018. № 1. С. 4-8.

7. Дорофеев А.Ф., Петросов Д.А., Петросова Н.В., Михайлова В.Л. Человеческий капитал и его влияние на эффективность внедрения инновации в АПК. – Белгород: Изд-во БелГАУ, 2019. – 193 с.

8. Наседкина Т.И., Черных А.И. Устойчивое социально-экономическое развитие сельских территорий

как фактор роста качества жизни сельского населения. – Белгород: Изд-во БелГАУ, 2016.– 186 с.

9. Концептуальные основы научно-технологического прогнозирования в АПК/ Волков С.Н., Вершинин В.В., Турьянский А.В., Дорофеев А.Ф., Линков С.А., Федосеева Т.П., Алейник С.Н., Акинчин А.В., Ступаков А.Г., Смуров С.И., Добрунова А.И., Мелентьев А.А., Здоровец Ю.И., Гапиенко О.В., Кульков С.С., Чунихин А.С. – Москва - Белгород: Константа, 2020.– 271 с.

10. Агафонов, В.А. Стратегический менеджмент. Модели и процедуры: Монография / В.А. Агафонов. - М.: Инфра-М, 2019. – 350 с.

11. Портал открытых данных правительства Белгородской области [Электронный ресурс]. URL: <https://opendata.belregion.ru/>. (дата обращения 01.06.2020).

12. Теоретические основы многокритериального экспертного оценивания инновационных агро-бизнес проектов (модели, методы и программная реализация): Монография / Д.А. Петросов, В.А. Ломазов, А.И. Добрунова, В.А. Игнатенко.– Белгород: Изд-во БелГАУ, 2018. – 197 с.

13. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы.– М.: Горячая линия-Телеком, 2007.– 452 с.

14. Аггарвал Ч. Нейронные сети и глубокое обучение.– М.: Вильямс, 2020. –752 с.

15. Ломазов А.В., Ломазов В.А., Петросов Д.А. Формирование иерархии оценочных показателей сложных динамических систем на основе экспертных технологий// Фундаментальные исследования. 2015. № 7-4. С. 760-764.

References

1. Federal Law of the Russian Federation "On strategic planning in the Russian Federation" (as amended on July 18, 2019). [Electronic resource]. Official Internet portal of legal information. URL: www.pravo.gov.ru, 18.07.2019, N 0001201907180038. (date of access 01.06.2020).

2. Strategies for the socio-economic development of the regions of the Russian Federation. [Electronic resource]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitiye_strategicheskoe_planirovaniye_prostranstvennogo_razvitiya_strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_subektov_rf/ (date of access 06/01/2020).

3. Aleinik S.N. Agro-industrial complex - constant attention // Agroindustrial complex: Economics, management. 2017. No. 5.P. 4-10.

4. Akupiyan OS, Kapinos RV Innovative clusters of non-commercial agrarian organizations of ecological orientation as a factor in the development of the regional economy // Innovations in APK: problems and prospects. 2019. №4 (24). p.130-140.

5. Lomazov A.V., Lomazov V.A. Stakeholder analysis of innovative agricultural projects // Basic research. 2017. No. 9-1. S. 200-205.

6. Akupiyan OS, Kapinos RV Regional aspects of investment attractiveness of agricultural enterprises // Financial life. 2018.No. 1.P. 4-8.

7. Dorofeev A.F., Petrosov D.A., Petrosova N.V., Mikhailova V.L. Human capital and its impact on the effectiveness of innovation in the agro-industrial complex. - Belgorod: BelGAU Publishing House, 2019. -- p. 193.

8. Nasedkina T.I., Chernykh A.I. Sustainable socio-economic development of rural areas as a factor in improving the quality of life of the rural population. - Belgorod: BelGAU Publishing House, 2016.– 186 p.

9. Conceptual foundations of scientific and technological forecasting in the agro-industrial complex / Volkov S.N., Vershinin V.V., Turyansky A.V., Dorofeev A.F., Linkov S.A., Fedoseeva T.P., Aleinik S. N., Akinchin A.V., Stupakov A.G., Smurov S.I., Dobrunova A.I., Melent'ev A.A., Zdorovets Yu.I., Gapienko O.V., Kulkov S.S. , Chunikhin A.S. - Moscow - Belgorod: Constanta, 2020.– 271 p.

10. Agafonov, V.A. Strategic management. Models and procedures: Monograph / V.A. Agafonov. - M.: Infra-M, 2019. -- 350 p.

11. Portal of open data of the government of the Belgorod region [Electronic resource]. URL: <https://opendata.belregion.ru/>. (date of treatment 06/01/2020).

12. Theoretical foundations of multicriteria expert assessment of innovative agro-business projects (models, methods and software implementation): Monograph / D.A. Petrosov, V.A. Lomazov, A.I. Dobrunova, V.A. Ignatenko. - Belgorod: BelGAU Publishing House, 2018. - 197 p.

13. Rutkovskaya D., Pilinsky M., Rutkovsky L. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems.- M.: Hotline-Telecom, 2007.– 452 p.

14. Aggarwal Ch. Neural networks and deep learning. - M.: Williams, 2020.– 752 p.

15. Lomazov A.V., Lomazov V.A., Petrosov D.A. Formation of a hierarchy of estimated indicators of complex dynamic systems based on expert technologies // Fundamental research. 2015. No. 7-4. S. 760-764.

Сведения об авторах

Ломазов Вадим Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики, физики, химии и информатики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9606279397, E-mail: vlomazov@yandex.ru

Акупиан Ольга Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9040956652, E-mail: ol-ga71@mail.ru

Капинос Роман Валерьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский аграрный государственный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9066050860, E-mail: rkapinos@yandex.ru

Ломазов Александр Вадимович, аспирант кафедры прикладной информатики и информационных технологий, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», ул. Победы, д.85, г. Белгород, Россия, 308015, тел. +7 9606279397, E-mail: alomazov@yandex.ru

Information about authors

Lomazov Vadim Aleksandrovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematics, Physics, Chemistry and Informatics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89606279397, E-mail: vlomazov@yandex.ru

Akupiyan Olga Stanislavovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Economics of the Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89040956652, E-mail: ol-ga71@mail.ru

Kapinos Roman Valerievich, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Economics of the AIC, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 380686135551, E-mail: rkapinos@yandex.ru

Lomazov Alexander Vadimovich, postgraduate student of the Department of Applied Informatics and Information Technologies, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Belgorod State National Research University", st. Pobedy, 85, Belgorod, Russia, 308015, tel. +7 9606279397, E-mail: alomazov@yandex.ru

Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Радикальная перестройка системы управления экономикой в современной России, связанная с переходом народного хозяйства на рыночные механизмы, затрагивает все уровни руководства. Происходят серьезные изменения в системе экономических, организационных и социальных отношений в стране. Предоставление юридической и хозяйственной самостоятельности товаропроизводителям, полностью отвечающим за результаты своей финансово - хозяйственной деятельности, предполагает, что каждое предприятие должно создать систему управления, обеспечивающую высокую эффективность его работы. На основе интеграционного взаимодействия происходит распределение ресурсов и обмен продукцией между сельскохозяйственными и перерабатывающими предприятиями, что в немалой степени способствует повышению продовольственного обеспечения в субъектах Российской Федерации. Вместе с тем, накопление позитивных изменений в аграрном секторе экономики происходит медленно. Интеграция в условиях несовершенства рыночных отношений выступает инструментом поддержки предприятий, когда их экономика оказывается в неблагоприятных условиях. Проблема эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций в системе интегрированных структур является составной частью проблемы повышения их финансово-экономической устойчивости, а также создания условий для обеспечения расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве. Современные формы и механизмы интеграции, направленные на согласование интересов предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, отличаются коренным образом от советской практики. На характер интеграционных процессов влияют макроэкономические факторы. К их числу относятся системный кризис экономики, неразвитость рыночной инфраструктуры, отсутствие целенаправленной поддержки со стороны государства, в том числе по обеспечению законодательной базы. В статье представлен анализ экономического состояния хозяйствующих субъектов в регионе, проведена рейтинговая оценка эффективности их функционирования по критериям субъектов предпринимательства. Методика распределения сельскохозяйственных организаций на субъекты предпринимательства с использованием анализа концентрации производства дают возможность оценить масштабы интегрированной деятельности и определить вклад участников интегрированных формирований в развитие аграрной экономики.

Ключевые слова: производство, агрохолдинги, концентрация производства, прибыль, эффективность.

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE ECONOMY AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE BELGOROD REGION

Abstract. The radical restructuring of the economic management system in modern Russia, associated with the transition of the national economy to market mechanisms, affects all levels of management. There are major changes in the system of economic, organizational and social relations in the country. Providing legal and economic independence to producers who are fully responsible for the results of their financial and economic activities implies that each enterprise must create a management system that ensures high efficiency of its work. Integration interaction is used to distribute resources and exchange products between agricultural and processing enterprises, which contributes significantly to improving food security in the Russian Federation's regions. However, the accumulation of positive changes in the agricultural sector of the economy is slow. Integration in conditions of imperfect market relations is a tool for supporting enterprises when their economy is in unfavorable conditions. The problem of the efficiency of agricultural organizations in the system of integrated structures is an integral part of the problem of improving their financial and economic stability, as well as creating conditions for expanded reproduction in agriculture. Modern forms and mechanisms of integration aimed at reconciling the interests of agricultural enterprises and processing industry differ fundamentally from the Soviet practice. The nature of integration processes is influenced by macroeconomic factors. These include the systemic crisis of the economy, underdeveloped market infrastructure, lack of targeted support from the state, including the provision of the legislative framework. The article presents an analysis of the economic state of integrated structures in the region, a rating assessment of the effectiveness of their functioning according to the criteria of business entities. Methodology for distribution of agricultural organizations on the subjects of entrepreneurship with the use of rating matrix and testing provide an opportunity to assess the extent of integrated activities and to determine the contribution of the participants of the integrated formations in the agrarian economy.

Key words: trade, agricultural holdings, concentration of production, profit, efficiency.

Белгородская область образована 6 января 1954 года. Она входит в состав Центрально-Черноземного экономического района, Центрального федерального округа Российской Федерации и является приграничной. На юге и западе она граничит с Луганской, Харьковской и

Сумской областями Украины, на севере и северо-западе - с Курской, на востоке - с Воронежской областями России. Общая протяженность границ составляет около 1150 км, из них с Украиной - 540 км.

Площадь области в административных границах составляет 27,1 тыс. кв. км, протяженность с севера на юг - около 190 км, с запада на восток - около 270 км. По сравнению с соседними областями ЦЧР Белгородская область больше территории Липецкой области (24,0 тыс. кв. км), но уступает Курской (30,0 тыс. кв. км), Тамбовской (34,5 тыс. кв. км) и Воронежской (52,2 тыс. кв. км) областям. Удельный вес региона в территории России составляет 0,2%, в ЦФО - 4,2%.

Среди республик, краев и областей России Белгородская область занимает по территории 67 место, по численности населения - 30 место, в Центральном федеральном округе - соответственно 13 и 5 места.

По утвержденной оценке численность населения области на 1 января 2012 года составила 1536,1 тыс. человек, в том числе городского - 1020,4 тыс. (66,4%), сельского - 515,7 тыс. человек (33,6%).

Областной центр Белгородской области - г. Белгород с населением 366,1 тыс. человек, расположен в 695 км к югу от Москвы.

Белгородская область входит в число успешно развивающихся индустриальных и сельскохозяйственных регионов России.

Все земельные угодья области составляют 1 336 537,3 гектара. Площадь сельскохозяйственных угодий на душу населения составляет 1,43 гектара, в том числе пашни - 1,13 гектара. Наибольший удельный вес в посевах занимают зерновые и технические культуры, соответственно - 53,4% и 27,6% от общей посевной площади, 14,7% засеваются кормовыми культурами, 6,2% - картофелем и овощебахчевыми культурами. Основными производителями продукции в регионе являются интегрированные структуры.

Сложное финансовое положение, в котором оказались многие сельхозпредприятия в конце 90-х годов XX в. и, как следствие, - почти такое же положение перерабатывающих предприятий позволило инвесторам в короткие сроки реформировать структуру производства сельскохозяйственной продукции Белгородской области.

Практически сразу после создания первых агрохолдингов агропромышленные формирования стали играть основную роль в производстве сельскохозяйственной продукции (рисунок 1).

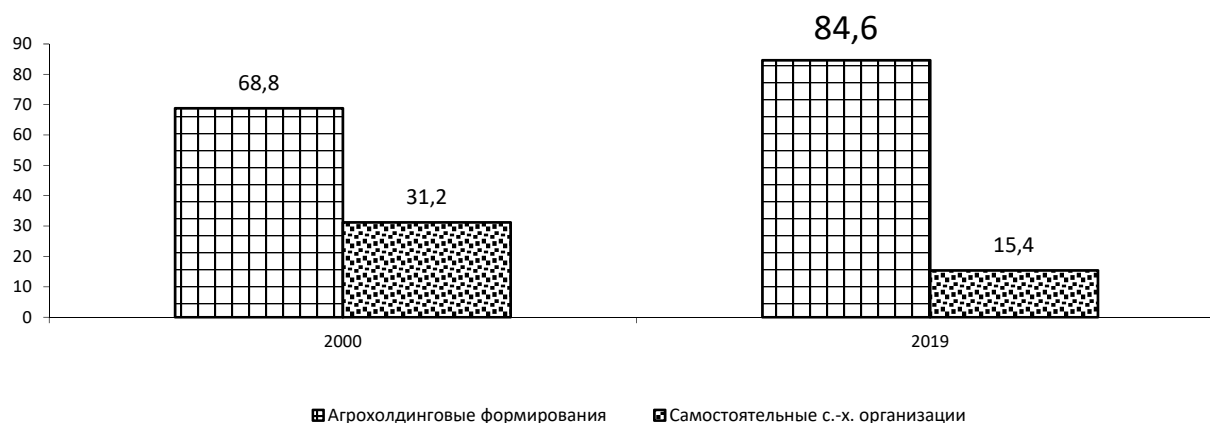


Рис. 1 – Удельный вес валовой продукции, произведенной сельскохозяйственными организациями Белгородской области, %

В 2000г. (начальный этап развития интеграции в регионе) на долю агрохолдинговых формирований приходилось уже 68,4% валового производства сельскохозяйственной продукции в секторе сельскохозяйственных организаций. К 2019г. она возросла до 84,6%.

Так, если в 2000г. в Красненском районе своими дочерними и зависимыми обществами были представлены три агрохолдинга АПХ «Авида», АПХ «Стойленская Нива» и ОАО

«Эфирное». В 2000г. АПХ «Стойленская Нива» имела в Губкинском районе 12 дочерних ОАО, обрабатывавших 46,1 тыс. га пашни. В 2010г. таких ОАО насчитывалось только 5 (35,6 тыс. га пашни), в 2019г. – уже ни одного.

Освободившееся хозяйственное пространство заняли ООО «Белгранкорм», ООО «Приосколье», ООО «Белая птица», ООО «Мираторг», ГК «Агро-Белогорье», ООО «Русагро-Инвест».

Крупнейший землепользователь АПК «Стойленская Нива», имевшая владения в 6 районах области, упразднена и в настоящее время не имеет ни одного предприятия на территории региона.

Сократили или полностью прекратили свою деятельность по производству сельскохозяйственной продукции на территории Белгородской области такие агропромышленные формирования как ЗАО "Интеко", ЗАО АПП "РИФ", ЗАО "Кристалл-Бел", ОАО "Продимекс" и др.

Место прекративших или сокративших сельскохозяйственное производство агропромышленных формирований заняли ООО "Приосколье", ООО "Белая птица", ООО "Мираторг", ГК "Агро-Белогорье". Существенно расширило свою деятельность ООО "Русагро-Инвест", ставшее в 2019г. крупнейшим землепользователем (456,3 тыс. га пашни в 10 административных районах Белгородской области).

В 2019г. ООО "Белгранкорм", ООО "Приосколье", ООО "Белая птица", ООО "Мираторг", ГК "Агро-Белогорье", ООО "РусАгро-Инвест" представляют собой агропромышленные формирования, которые достигли максимальной автономности в обеспеченности сельскохозяйственным сырьем. Этому способствуют различные достижения в сфере аграрной науки, а также обеспеченность необходимыми ресурсами.

Наращивание объемов производства зерновых культур, наличие комбикормовых заводов, совершенствование технологий в животноводстве, также увеличение мощностей производства свинокомплексов и птичников повлекло за собой значительный рост производства мяса птицы и свинины, что отражено в таблице 1.

Таблица -1. Динамика производства основных видов продукции сельскохозяйственными организациями области, т.

Продукция	2017г.	2018г.	2019г.	Отклонение 2019 г. от, (%)	
				2017г.	2018г.
Зерно	1722886	1874204	2816410	163,5	150,3
Сахарная свекла	2261013	2302951	2437404	107,8	105,8
Подсолнечник	239849	284452	337803	140,8	118,8
Прирост птицы	703125	780694	792512	112,7	101,5
Прирост свиней	717798	676073	750526	104,6	111,0
Прирост КРС	16847	19053	19294	114,5	101,3
Молоко	368449	380392	526429	142,9	138,4
Яйца, тыс.шт.	1245687	1262319	1315048	105,6	104,2

Согласно данным таблицы 1, в 2019г. по сравнению с 2017г. производство зерновых культур возросло на 63,5%, сахарной свеклы и подсолнечника на 7,8 и 40,8% соответственно, т.е. регион полностью в силе обеспечить отрасль животноводства кормами. Производство отрасли животноводства в области увеличилось, как отмечено в таблице 1. Прирост мяса птицы в регионе достиг 792512 т, свинины 750526 т.

Более наглядно динамика производства основных видов продукции представлена на рисунке 2.

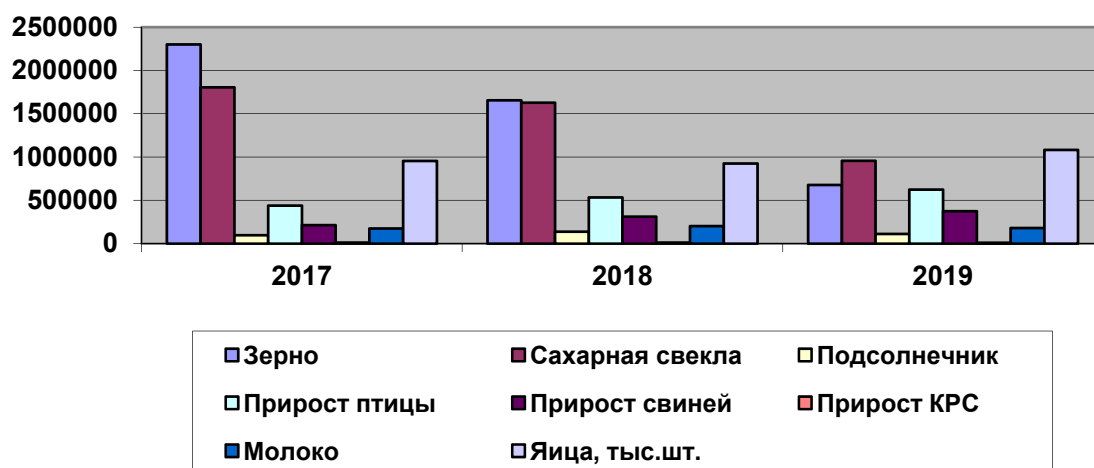


Рис. 2 - Динамика объема производства основных видов продукции в регионе за 2017-2019гг.

Следует отметить, что в преобладающей части прирост производства мяса и яиц достигнут в агропромышленных формированиях. В ряде районов Белгородской области сектор сельхозорганизаций представлен, главным образом, агрохолдингами (таблица 2).

Таблица 2 - Доля стоимости валовой продукции, произведенной сельскохозяйственными организациями Белгородской области, %

Районы	2017г.	2018г.	2019г.	Отклонение 2019г. от 2017г., (+; -)
Алексеевский	48,0	60,7	95,1	47,1
Белгородский	43,0	46,0	57,6	14,6
Борисовский	72,9	69,2	98,3	25,4
Валуйский	72,8	79,0	84,2	11,4
Вейделевский	40,7	53,4	81,5	40,8
Волоконовский	84,0	86,0	99,8	15,8
Грайворонский	87,2	89,0	78,7	-8,5
Губкинский	85,3	86,2	75,9	-9,4
Ивнянский	100,0	100,0	96,3	-3,7
Корочанский	56,4	64,0	86,9	30,5
Красненский	80,9	87,0	49,6	-31,3
Красногвардейский	68,5	68,3	80,2	11,7
Краснояружский	61,8	57,6	99,5	37,7
Новооскольский	95,1	95,8	96,8	1,7
Прохоровский	84,9	84,8	97,0	12,1
Ракитянский	80,8	80,6	91,0	10,2
Ровеньский	53,6	57,9	58,5	4,9
Старооскольский	100,0	100,0	95,7	-4,3
Чернянский	62,3	70,6	84,1	21,8
Шебекинский	61,1	60,0	86,2	25,1
Яковлевский	63,6	63,6	97,0	33,4
В целом по области	68,8	71,5	84,6	15,8

Согласно данным таблицы 2 можно сделать вывод, что в Грайворонском, Губкинском, Ивнянском и Старооскольском районе доля произведенной продукции сельскохозяйственными организациями сократилась на 8,5%, 3,7%, 31,3% и 4,3% соответственно. Значительно увеличилась доля производства продукции в Вейделевском – 40,8%, Корочанском – 30,5%, Краснояружском – 37,7% и Яковлевском -33,4%.

Далее необходимо рассмотреть и проанализировать численность работников, занятых на производстве, что представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Удельный вес работников в сельскохозяйственных организациях региона, %

Районы	2017г.	2018г.	2019г.	Отклонение 2019 г. от 2017г., (+; -)
Алексеевский	55,9	62,3	87,6	31,7
Белгородский	47,9	45,2	44,0	-3,9
Борисовский	77,5	79,4	88,4	10,9
Валуйский	81,1	82,3	84,3	3,2
Вейделевский	48,7	52,9	69,5	20,8
Волоконовский	84,1	74,1	61,5	-22,6
Грайворонский	85,3	69,4	75,5	-9,8
Губкинский	86,4	77,6	57,2	-29,2
Ивнянский	99,5	92,3	94,8	-5,2
Корочанский	81,0	79,5	73,9	-7,1
Красненский	84,5	80,3	70,6	-13,9
Красногвардейский	73,6	54,8	48,8	-24,8
Краснояржужский	64,5	60,3	98,8	34,3
Новооскольский	94,1	96,4	95,7	1,6
Прохоровский	89,1	87,6	85,5	-3,6
Ракитянский	70,2	76,8	73,6	3,4
Ровенский	60,8	59,4	41,8	-19
Старооскольский	99,6	89,7	76,9	-23,1
Чернянский	75,7	76,3	74,9	-0,8
Шебекинский	53,5	54,2	59,6	6,1
Яковлевский	71,6	75,5	87,2	15,6

Как показывают расчеты, за анализируемый период доля сельскохозяйственных организаций в стоимости валовой продукции уменьшилась в 4 районах области, то доля численности работников – в 12 районах (таблица 3). Значительное снижение численности работников в сельском хозяйстве отмечено в Волоконовском районе – 22,6%, Губкинском – 29,2%, Красногвардейском – 24,8% и Старооскольском районе – 23,1%. Это обусловлено тяжелыми условиями работы в сельском хозяйстве и низкой зарплатой в отдельных отраслях.

Однако, учитывая тот факт, что производство продукции в сельскохозяйственных организациях области увеличивается более быстрыми темпами, чем численность работников. Все это указывает на рост производительности труда на предприятиях.

Индекс производительности труда в сельском хозяйстве в разрезе административных районов представим в таблице 4.

Согласно данным которой, в 20 районах из 21 отмечен высокий уровень производительности труда. В 2019г. в расчете на одного работника по агропромышленным формированиям приходится 3,1 млн. руб. произведенной продукции, а по остальным сельскохозяйственным организациям - 1,1 млн. руб.

Различие в производительности труда в агрохолдингах и самостоятельных организациях объяснимо тем, что практически во всех крупных агрохолдингах региона, и соответственно, в входящих в них сельскохозяйственных организациях, акцент сделан на развитие отрасли птицеводства и свиноводства, так как эти отрасли являются скороспелыми и быстрокупаемыми, а агрохолдинги имеют все ресурсы, чтобы эти отрасли развивать.

Таблица 4 - Темпы роста производительности труда в сельскохозяйственных организациях в разрезе районов Белгородской области

Районы	Темп роста стоимости валовой продукции (2019 г. к 2017г.), %	Темп роста численности работников (2019г. к 2017г.), %	Соотношение темпов роста (индекс производительности), %
Алексеевский	47,1	31,7	15,4
Белгородский	14,6	-3,9	18,5
Борисовский	25,4	10,9	14,5
Валуйский	11,4	3,2	8,2
Вейделевский	40,8	20,8	20
Волоконовский	15,8	-22,6	38,4
Грайворонский	-8,5	-9,8	1,3
Губкинский	-9,4	-29,2	19,8
Ивнянский	-3,7	-5,2	1,5
Корочанский	30,5	-7,1	37,6
Красненский	-31,3	-13,9	-17,4
Красногвардейский	11,7	-24,8	36,5
Краснояржский	37,7	34,3	3,4
Новооскольский	1,7	1,6	0,1
Прохоровский	12,1	-3,6	15,7
Ракитянский	10,2	3,4	6,8
Ровеньский	4,9	-19	23,9
Старооскольский	-4,3	-23,1	18,8
Чернянский	21,8	-0,8	22,6
Шебекинский	25,1	6,1	19
Яковлевский	33,4	15,6	17,8

Проблема соотношения крупного и малого предпринимательства сопряжена с обоснованием концентрации производства, определения эффекта на масштабе. Они становятся вновь востребованными в кругу научных и практикующих экономистов. Тому есть несколько причин. Во-первых, реализация программно-целевого подхода к управлению сельским хозяйством, определила одно из направлений в аграрной политике – это развитие животноводства. В организационном плане эта отрасль включает как крупные животноводческие комплексы на промышленной основе, так и малые семейные формы. Во-вторых, в агропродовольственном секторе экономики все большую значимость приобретают интегрированные корпоративные структуры (группы компаний или холдинговые группы), в состав которых сельскохозяйственные предприятия. Их положение в холдинговых компаниях зависит от централизации функций по снабжению ресурсами и сбыту продукции, определению цен и финансового результата. Они могут быть с правом и без права юридического лица, существенно различаться по уровню специализации и другим показателям эффективности.

Экономический рост отмечается такими показателями как производство продукции, реализация, производительность труда и экономическими результатами деятельности – прибыль и рентабельность. Оценим основные экономические показатели деятельности сельскохозяйственных предприятий Белгородской области и представим в таблице 5.

Согласно данным которой, производство продукции в регионе в 2019г. возросло на 16,4% и составило 2468661458 тыс. руб., что также повлекло за собой как увеличение затрат на 13,5% и выручки на 11,2%. Прибыль от продаж, при этом снизилась примерно на 1,0%, а чистая прибыль увеличилась на 7,6%, за счет субсидий, которые поступают из бюджета и прочих видов деятельности. Учитывая вышеуказанные показатели, рентабельность деятельности составила 16,8%.

Таблица 5 - Основные производственно-экономические показатели деятельности сельскохозяйственных предприятий Белгородской области

Показатели	2017г.	2018г.	2019г.	Темп роста, %
Стоимость валовой продукции (по себестоимости), тыс. руб.	212085966	210379863	246861458	116,4
в том числе:				
продукции растениеводства	35156849	37 992477	40409922	114,9
продукции животноводства	113124546	106883355	128978995	114,0
Выручка от продаж, тыс. руб.	243594493	260217720	270826757	111,2
Себестоимость продаж, тыс. руб.	194727984	205204963	220961566	113,5
Число сельскохозяйственных организаций, ед.	219	221	218	99,5
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	1206354	1298654	1321366,9	109,5
Площадь пашни, га	1075955	1126658	1172982,7	109,0
Производство, т:				
- зерна	1722886	1874204	2816410	163,5
- сахарной свеклы	2261013	2302951	2437404	107,8
- подсолнечника	239849	284452	337803	140,8
Прирост птицы, т	703125	780694	792512	112,7
Прирост свиней, т	717798	676073	750526	104,6
Молоко, т	368449	380392	526429	142,9
Яиц, млн. шт.	1245687	1262319	1315048	105,6
Среднегодовая численность работников, чел.	57429	54698	53149	92,5
Среднемесячная зарплата работников сельского хозяйства, руб.	35837	36786	37389	104,3
Производительность труда, тыс. руб.	3693,01	3846,21	4644,69	125,8
Прибыль от продаж, тыс. руб.	39097616	44821858	38665597	98,9
Получено на 1 предприятие:				
- выручки, тыс. руб.	1112304	1177456	1242325	111,7
- прибыли от продаж, тыс. руб.	178527,9	202813,8	177365,1	99,3
Чистая прибыль, тыс. руб.	34463962	36138854	37075897	107,6
Уровень рентабельности продаж, %	16,1	17,2	14,3	88,8
Уровень рентабельности производства, %	17,7	17,6	16,8	94,9

Подводя итог вышеизложенному, можно утверждать, что в регионе активно проводится последовательная работа по созданию крупного, конкурентоспособного сельскохозяйственного производства. Привлечение значительных инвестиций, совершенствование управления сделали отрасль сельского в области высокодоходной.

Увеличение производственных мощностей и ресурсов, находящихся в ведении хозяйственных структур, таких как земля, трудовые ресурсы и капитал называется концентрацией производства. Уровень концентрации - это количество произведенной продукции хозяйственными субъектами и занимаемая доля на рынке сельскохозяйственной продукции.

Благодаря объединению в крупных хозяйственных структурах (агрохолдингах) сельскохозяйственного капитала, переработки и торговли позволило добиться значительных результатов и успехов на рынке сельскохозяйственной продукции.

В соответствии с Порядком проведения анализа состояния конкуренции на товарном рынке Федеральной антимонопольной службы РФ, для определения уровня концентрации товарного рынка используются следующие показатели:

а) коэффициент рыночной концентрации (CR) - сумма долей на товарном рынке (выраженных в процентах) определенного числа (n) крупнейших хозяйствующих субъектов, действующих на данном рынке:

$$CR = \sum_{i=1}^n D_i,$$

где: D - выраженная в процентах доля i-го крупнейшего хозяйствующего субъекта, действующего на товарном рынке; n - число рассматриваемых крупнейших хозяйствующих субъектов, действующих на данном товарном рынке;

б) индекс рыночной концентрации Герфиндаля-Гиршмана (HHI) – сумма квадратов долей (выраженных в процентах) на товарном рынке всех хозяйствующих субъектов, действующих на данном рынке:

$$HHI = \sum_{i=1}^N D_i^2,$$

где: D - выраженная в процентах доля i-го хозяйствующего субъекта, действующего на товарном рынке; N - общее количество хозяйствующих субъектов, действующих на данном товарном рынке.

В соответствии с различными значениями коэффициента рыночной концентрации и индекса рыночной концентрации Герфиндаля-Гиршмана выделяются следующие уровни концентрации товарного рынка:

- высокий - при $70\% \leq CR_3 \leq 100\%$ или $2000 \leq HHI \leq 10000$;
- умеренный - при $45\% \leq CR_3 < 70\%$ или $1000 \leq HHI < 2000$;
- низкий - при $CR_3 < 45\%$ или $HHI < 1000$.

На основании приведенных формул, в таблице 6 рассчитаем концентрацию производства в регионе на начальном этапе интеграционных процессов.

Таблица 6 - Концентрация производства на рынках сельскохозяйственной продукции региона в 2000 г. (начальный этап развития интеграционных процессов в регионе)

Вид с.-х. продукции	Коэффициент рыночной концентрации (CR ₃)	Индекс рыночной концентрации Герфиндаля-Гиршмана (HHI)	Уровень концентрации товарного рынка
Зерно	27,9 низкий	478 низкий	низкий
Сахарная свекла	25,9 низкий	439 низкий	низкий
Подсолнечник	31,5 низкий	502 низкий	низкий
Молоко	25,3 низкий	401 низкий	низкий
Живая масса КРС	32,8 низкий	499 низкий	низкий
Живая масса свиней	83,9 высокий	3072 высокий	высокий
Птица	98,8 высокий	9196 высокий	высокий
Яйца	77,3 высокий	9298 высокий	высокий

Приведенные показатели в таблице 6 свидетельствуют о том, в 2000г. (начальный этап объединения капитала) на рынке производства птицы и яиц был отмечен высокий уровень концентрации производства – 9196 и 9298 или рыночная доля составила 98,8 и 77,3%. Самый низкий уровень концентрации был отмечен на рынках молока и сахарной свеклы – 25,3 и 25,9%.

Насколько изменился рынок производства сельскохозяйственной продукции в настоящее время, рассмотрим в таблице 7.

Таблица - 7. Концентрация производства на рынках сельскохозяйственной продукции в Белгородской области в 2019 г.

Вид с.-х. продукции	Коэффициент рыночной концентрации (CR ₃)	Индекс рыночной концентрации Герфиндаля-Гиршмана (НИИ)	Уровень концентрации товарного рынка
Зерно	77,4 высокий	3169 высокий	переходный от низкого к умеренному
Сахарная свекла	47,3 умеренный	992 низкий	высокий
Подсолнечник	44,8 умеренный	873 низкий	переходный от низкого к умеренному
Молоко	40,2 низкий	796 низкий	низкий
Живая масса КРС	38,4 низкий	625 низкий	низкий
Живая масса свиней	93,4 высокий	3152 высокий	высокий
Птица	99,3 высокий	4806 высокий	высокий
Яйца	90,2 высокий	5841 высокий	высокий

Проведенный анализ таблицы 7 показал, что в отрасли растениеводства высокий уровень концентрации был достигнут при выращивании зерновых культур – 3169, рыночная доля составила 77,4%. От низкого к умеренному рынку позиции заняли производство сахарной свеклы и подсолнечника, рыночная доля, при этом, составила 47,3 и 44,8% соответственно. Высокий уровень концентрации в животноводстве отмечается при выращивании птицы, свиней и производстве яиц, что и подтверждает специализацию области.

Как изменился уровень рыночной концентрации в 2019 г. по сравнению с базисным периодом развития интеграции отразим в таблице 8.

Сравнительный анализ показал, что по методике Герфиндаля-Гиршмана значительно увеличился уровень рыночной концентрации производства в отрасли растениеводства, а также в производстве молока, КРС и свинины.

Таблица - 8. Динамика индекса рыночной концентрации Герфиндаля-Гиршмана (НИИ)

Вид с.-х. продукции	2000 г. (начальный этап развития интеграции)	2019 г.	Отклонение 2019 г. от 2000 г., (+;-)
Зерно	478	992	514
Сахарная свекла	439	3169	2730
Подсолнечник	502	873	371
Молоко	401	796	395
Живая масса КРС	499	625	126
Живая масса свиней	3072	3152	80
Птица	9196	4806	-4390
Яйца	9298	5841	-3457

Следует отметить, что концентрация производства снизилась в отрасли птицеводства, что объяснимо большой конкуренцией между крупными производителями этой продукции.

Изучив развитие экономики сельскохозяйственного производства в Белгородской в части, можно сказать, что большинство предприятий региона в ходят в интегрированные структуры, которые специализируются, в основном, на производстве свинины и мяса птицы, что представлено в таблице 9.

**Таблица 9 - Анализ крупнейших товаропроизводителей
сельскохозяйственной продукции в Белгородской области**

Виды продукции	2000 г. (начальный этап развития интеграции)		2019 г.	
	название организации	рыночная доля, %	название организации	рыночная доля, %
Зерновые культуры	АПП «Стойленская Нива»	12,1	ООО «Русагро-Инвест»	46,6
	ОАО «Эфирное»	9,2	ГК «Агро-Белогорье»	16,8
	ОАО «Белагрогаз»	6,9	ООО «Приосколье»	15,4
Сахарная свекла	ОАО «Белагрогаз»	8,9	ООО «Русагро-Инвест»	45,3
	АПП «Стойленская Нива»	9,2	ООО «Приосколье»	19,3
	ЗАО «Краснояржский сахарный завод»	7,8	ООО «МК Зеленая Долина»	8,9
Подсолнечник	ОАО «Белагрогаз»	13,0	ООО «Русагро-Инвест»	20,6
	АПП «Стойленская Нива»	9,4	ГК «Агро-Белогорье»	18,9
	ОАО «Эфирное»	9,9	ГУП «Зерно Белогорья»	7,6
Молоко	АПП «Стойленская Нива»	11,3	АО МК «Авида»	26,4
	ЗАО «Память Ленина»	7,1	ООО «МК «Зеленая Долина»	15,2
	ОАО «Белагрогаз»	6,1	ГК Агро-Белогорье	9,3
Живая масса КРС	АПП «Стойленская Нива»	13,5	АО МК «Авида»	9,9
	ОАО «Эфирное»	8,6	ООО «Белгранкорм»	43,6
	ОАО «Белагрогаз»	7,4	ЗАО «Томаровский мясокомбинат»	18,3
Живая Масса свиней	колхоз им. Фрунзе	49,2	ООО «Мираторг»	59,4
	ОАО «БЭЗРК»	24,9	ГК «Агро-Белогорье»	38,4
	СПК «Дружба им. Васильева»	12,0	ООО «Русагро-Инвест»	14,2
Птица	ОАО «БЭЗРК»	88,2	ООО «Приосколье»	60,4
	Агрофирма «Русь»	9,8	ООО «Белгранкорм»	44,6
	СПК «Томаровский»	1,2	ООО «Белая птица»	39,2
Яйца	ОАО «БЭЗРК»	33,2	ООО «Приосколье»	72,6
	АОЗТ «Северное»	23,6	ООО «Белая птица»	38,6
	Агрофирма «Русь»	24,1	ООО ПФ «Агрофирма «Русь»	10,1

Согласно которой, такие холдинги как, ООО «Приосколье», ООО «Белгранкорм», ГК «Агро-Белогорье», ООО «Мираторг» и ООО «Русагро-Инвест» являются ведущими агропромышленными структурами региона, которые занимают лидирующие позиции на нескольких рынках сбыта сельскохозяйственной продукции. Данные холдинги занимают рыночную нишу в производстве товарной продукции в пределах 30-60%.

Анализируя более детально производство продукции в агрохолдингах в 2019г. можно сделать вывод, что при выращивании зерновых культур лидирующие позиции занимает ООО «Русагро-Инвест» - 30,6%, однако, в большей степени, предприятие специализируется на выращивании сахарной свеклы, рыночная доля товарной продукции составляет 56,2%. Рыночная доля в части выращивания подсолнечника данным холдингом составляет 22%.

Что касается отрасли животноводства, то при производстве молока удерживает свои позиции АО МК «Авида» - 25,1%, а в производстве мяса КРС - ООО «Белгранкорм» (36,7%).

Как отмечалось ранее, агрохолдинги Белгородской области специализируются на отрасли птицеводства и свиноводства. Анализ производства отрасли свиноводства показал, что лидирующие позиции в производстве свинины занимает ООО «Мираторг» - 58,6%, на втором месте ГК «Агро-Белогорье» – 26,9%. В отрасли птицеводства рыночную долю при производстве мяса птицы удерживает ООО «Приосколье» - 64,2% и ООО «Белая птица» - 38,6%, а на производство яиц данными агроформированиями приходится 72,6% и 38,6% соответственно.

Значительный вклад в экономику сельского хозяйства вкладывает ведущее самостоятельно функционирующее предприятие СПК «Колхоз Горина». На протяжении десятка лет Кооператив занимает лидирующие позиции в производстве свинины. В Кооперативе создано дочернее предприятие ООО «Мясокомбинат Бессоновский», который осуществляет перера-

ботку свинину и через сеть магазинов ТД «Горин продукт» осуществляет сбыт продукции высокого качества. В текущих планах СПК «Колхоз имени Горина» организовать переработку и наладить сбыт молока и молочных продуктов.

Таким образом, следует отметить, что СПК «Колхоз имени Горина» в будущем опередит по масштабам производства крупнейшие агрохолдинги региона.

Структуру денежной выручки ведущих сельскохозяйственных организаций в Белгородской области представим в таблице 10.

Таблица 10 - Структура выручки от реализации сельскохозяйственной продукции крупнейших агрохолдингов в Белгородской области в 2019 г., %

Вид с.-х. продукции	ООО «Приосколье»	ООО «Мираторг»	ООО «Белгранкорм»	ГК «Агро-Белогорье»	ООО «Русагро-Инвест»
Зерно	4,2	4,0	5,7	12,2	32,2
Сахарная свекла	3,2	-	-	-	20,6
Подсолнечник	2,3	-	0,3	3,6	5,8
Молоко	-	-	1,6	2,4	2,4
Прирост КРС	-	-	1,4	50,6	1,0
Прирост свиней	-	96,0	35,3	30,2	38,0
Прирост птицы	73,1	-	55,2	-	-
Яйца	17,2	-	0,5	-	-

Рассмотрев структуру денежной выручки крупнейших товаропроизводителей региона можно сказать, что в 2019г. наибольший удельный вес выручки от продажи зерновых культур был получен в ООО «Русагро-Инвест» - 32,2% и в ГК «Агро-Белогорье» - 12,2%, по сахарной свекле и подсолнечнику лидирует только ООО «Русагро-Инвест» - 20,6 и 5,8%. В отрасли животноводства следующая тенденция: 96,0% выручки по продаже свинины было получено в ООО «Мираторг». Что касается полученной выручки в области от продажи птицы и яиц, то 73,1 и 55,2% было получено в ООО «Приосколье» и ООО «Белгракорм».

Наибольшие угрозы для продовольственной безопасности имеют место в молочно-продуктовом подкомплексе, основной сельскохозяйственной продукцией которого являются молоко и живая масса КРС. Это обусловлено рядом причин. Во-первых, большинство инвесторов не проявили и не проявляют интереса к производству этих видов продукции. Во-вторых, отраслевая структура у многих агропромышленных формирований уже сложилась, и для них было бы очень затратно ее кардинально менять. В-третьих, существенное увеличение поголовья КРС возможно только при значительных инвестициях.

На основании вышеизложенного можно отметить, что положительное изменение концентрации производства следует связывать с вертикальной агропромышленной интеграцией.

Абсолютную эффективность хозяйствования хозяйствующих субъектов характеризуют показатели экономических результатов деятельности.

Степень финансового благополучия и деловую активность предприятия оценивают с помощью показателей прибыли, так как они в полной степени отражают работу производственной и финансовой деятельности на предприятии.

По полученным результатам мы можем оценить успешность деятельности хозяйствующих субъектов. Динамику результатов хозяйствования в области рассмотрим в таблице 11.

**Таблица 11 - Динамика финансовых результатов деятельности сельскохозяйственных организаций
Белгородской области**

Показатели	Годы											Отклонение 2019 г. от 2009 г.,(+;-)
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Стоимость валовой продукции (по себестоимости), млрд. руб.	6,5	9,5	11,1	18,3	23,5	47,0	57,5	68,3	21,2	21,0	24,7	18,2
Пашня, тыс. га	1046	934	876	888	909	965	890	902	1076	1127	1173	127
то же в % к 2019г.	100	89,3	83,7	84,9	86,9	92,3	85,1	86,2	79,6	83,6	83,7	-16,3
Численность работников, тыс. чел.	73,0	49,2	39,3	38,3	38,0	41,1	35,5	39,0	57	54	53	-20
то же в % к 2019г.	100	67,4	53,8	52,5	52,1	56,3	48,6	53,5	49,6	49,6	52,3	-47,7
Получено прибыли (без учета субсидий) - всего, млн. руб.	-23,4	176	-280	1390	1398	4322	5763	9033	8819	9408	18137	18160,4
в т.ч. на 1 га пашни, тыс. руб.	0,0	0,2	-0,3	1,6	1,5	4,5	6,5	10,0	10,6	10,8	20,7	20,7
на 1 работника, тыс. руб.	-0,3	3,6	-7,1	36,2	36,8	105	162	231	244	260	475	475,3

Как показывают проведенные расчеты, площадь обрабатываемой пашни в области увеличилось на 127 тыс. га и составило 1173 тыс. га. За этим следует и рост производства продукции на 18,2 млрд. руб., который составил 24,7 млрд. руб. Однако, среднегодовая численность работников, занятых в сельском хозяйстве сократилась на 20 тыс. чел. и достигла 53 тыс. человек, этот факт можно отметить тем, что молодежь уезжает из сел и не хочет работать в сельском хозяйстве из-за условий работы и низкой заработной платы.

Как показывают расчеты, за 10 лет в сельском хозяйстве области значительно возросла прибыль без учета субсидий и в 2019г. составила 18137 тыс. руб. А учитывая что в регионе оказывается господдержка сельскому хозяйству, эти цифры уменьшены.

Соответственно, в результате увеличения прибыли, увеличивается доход в расчете на 1 га обрабатываемой пашни и в расчете на 1 работника и в текущем году составляет 20,7 и 475 тыс. руб. соответственно.

Таким образом, просмотрев динамику результатов деятельности организаций за ряд лет, можно с уверенностью сказать, что деятельность их эффективна.

Безусловно, что область в полной мере обеспечивает себя зерном, которое идет на продажу, на переработку и на корм скоту. Но в тоже время, необходимо сказать, что рост продукции растениеводства отстает от роста продукции животноводства, в частности, свинины и птицы.

Сравнительная характеристика объемов производства сельского хозяйства в регионе с ЦФО и РФ отражена на рисунке 4.

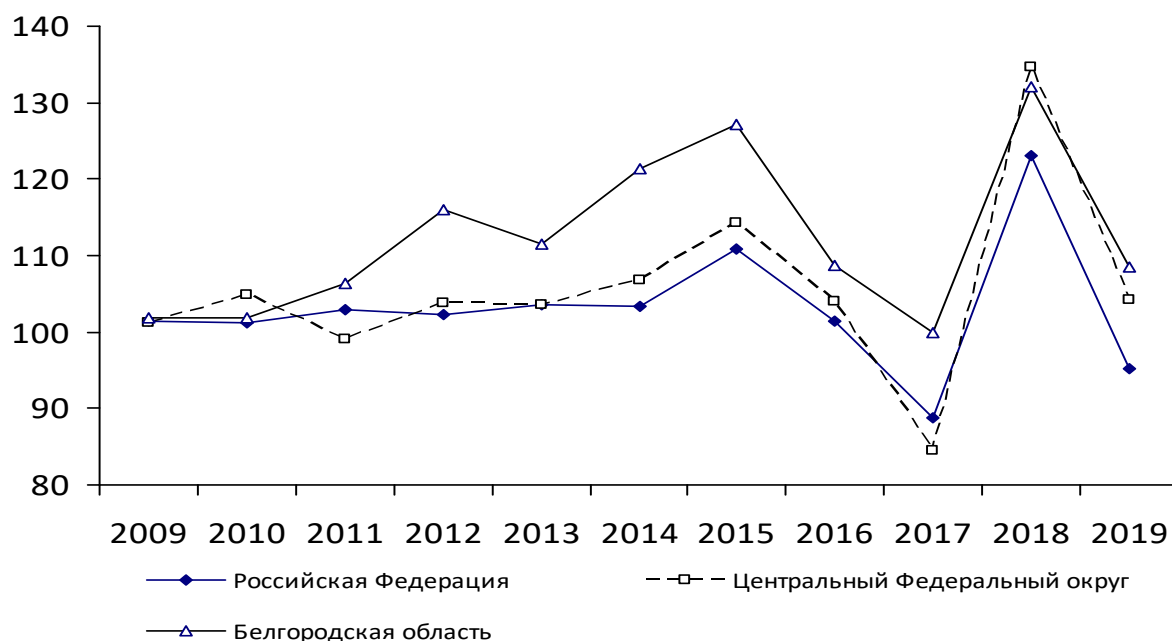


Рис. 4 - Индексы физического объема продукции сельского хозяйства за 10 лет

Согласно рисунку 4 в Белгородской области объем производства сельского хозяйства опережает индексы производства в целом по России и всего ЦФО.

Рост объема производства более наглядно мы можем видеть на рисунке 5. Рост производства в РФ и в ЦФО обусловлено приростом произведенной продукции в Белгородской области.

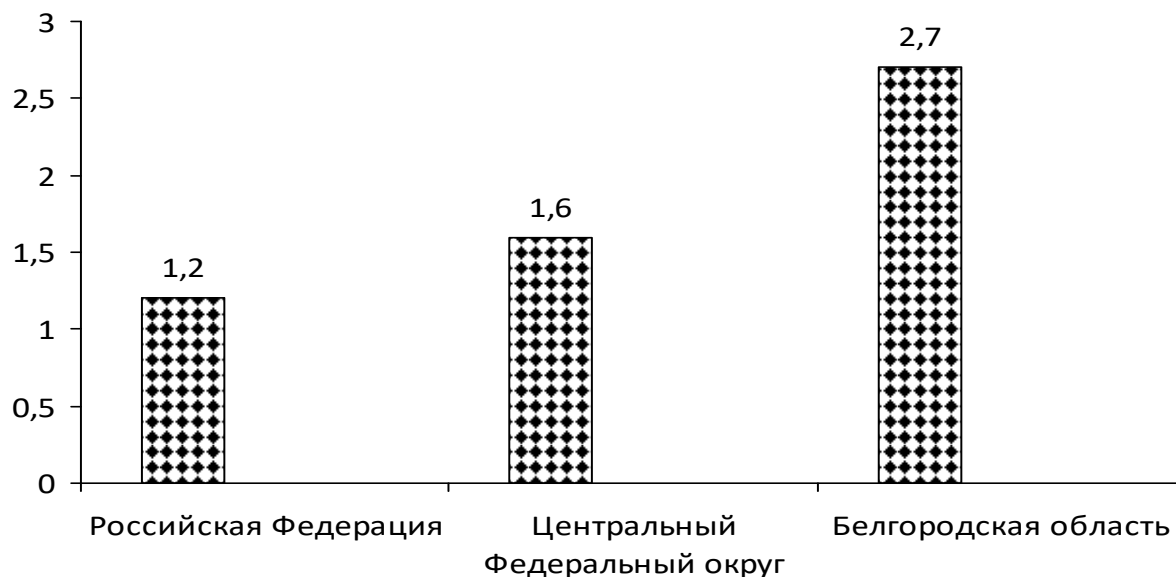


Рисунок 5 – Рост физического объема продукции сельского хозяйства за период 2017-2019 гг., разы

Чем больше производство высокорентабельной продукции, соответственно, ее реализация, тем больше прибыли получает предприятие. Финансовые показатели товаропроизводителей в Белгородской области представим в таблице 12.

Таблица 12 - Финансовые показатели крупных товаропроизводителей в АПК Белгородской области за 2017-2019 гг.

Организации	Число организаций, входящих в агрохолдинги (2019г.)		Прибыль (без субсидий), млн. руб.			Рентабельность, %			Выход прибыли на 1 га пашни, тыс. руб. (2019 г.)
	прибыль-ные	убыточ-ные	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
ООО "Приосколье"	8	0	1638	3159	4268	19,8	24,6	26,7	60,9
ООО "Белая птица"	5	0	557	337	635	9,1	6,1	12,5	41,3
ООО "Белгранкорм"	7	0	3672	4169	5197	27,0	32,9	35,2	52,9
ООО "Мираторг"	13	1	2811	7980	8623	11,7	23,3	26,8	87,4
ГК «Агро-Белогорье»	11	4	1485	1422	1569	19,8	17,9	21,4	10,8
ООО УК "Группа компаний БВК"	3	0	-8	111	96	-0,6	8,1	6,7	7,0
Агрохолдинг Алексеевский	2	0	249	133	73	8,7	6,3	3,8	7,6
ООО "МК "Зеленая Долина"	2	1	-269	132	97	-25,0	12,7	14,9	4,2
ООО "Русагро-Инвест"	19	3	3203	4120	6572	31,8	33,9	36,4	12,1
ООО ЦЧ АПК	1	1	-43	22	31	-8,0	6,8	5,7	0,9
ООО "АМКК"	2	0	4	32	16	4,9	29,7	17,2	4,1
ООО ГК "Агротех-Гарант"	1	1	34	72	-54	13,4	19,9	-21,2	-4,2
ООО УХК "ПромАгро"	2	1	345	480	-195	37,9	33,3	-24,7	-17,9
ЗАО "КапиталАгро"	5	1	265	305	428	15,7	31,2	25,6	26,4
ГК "Славянка"	1	0	12	26	23	6,6	12,4	13,3	2,5
ЗАО "Томаровский мясокомбинат"	1	0	44	52	63	26,0	18,9	26,4	5,8
ОАО "Томмолоко"	3	0	14	35	48	5,7	11,7	14,8	2,3
ОАО МК "Авида"	4	0	61	75	87	9,0	14,0	15,3	3,2
ОАО "Шебекинский маслodelьный завод"	1	0	2	8	16	4,0	10,7	11,2	2,6
Итого	94	19	1081	19155	27439	-	-	-	20,7

Данные таблицы 12 свидетельствуют, что в 2019 г. в области насчитывается 94 предприятия и 19 убыточных. Общая сумма прибыли по предприятиям составила 27439 тыс. руб., против 10811 тыс. руб. в 2017г. Хорошие результаты показали ООО «Мираторг», ООО «Русагро-Инвест» и ООО «Приосколье» - 8623, 6572 и 4268 млн. руб. соответственно. Безусловно, в указанных организациях увеличился и выход прибыли в расчете на 1 га обрабатываемой пашни. Наибольший показатель рентабельности производства отмечается в 2019г. у ООО «Мираторг» - 26,8%, ООО «Приосколье» - 26,7% и ЗАО «КапитАгро» -25,6%.

Целесообразно провести анализ производственных результатов деятельности таких как урожайность, продуктивность и яйценоскость, в самостоятельно функционирующих предприятиях и в агрохолдингах и оценить масштаб эффекта их деятельности в таблице 13.

Таблица 13 - Сравнительная оценка эффективности деятельности в агрохолдингах и самостоятельно функционирующих организациях

Показатели	Агрохолдинги			Прочие сельско-хозяйственные организации			Агрохолдинги к прочим, в среднем за три года, %
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Урожайность, ц/га:							
– зерновые	40,0	55,3	55,3	55,5	56,6	55,9	85,9
– сахарная свекла	367,8	371,3	381,4	323,2	394,1	476,4	95,0
– подсолнечник	25,0	31,8	33,4	20,8	33,1	33,8	106,1
Удой на корову, кг	5175	574	6336	4918	4377	4985	84,6
Среднесуточный привес КРС, г	464	552,0	595,7	595	466,3	498,8	103,3
Среднесуточный привес свиней, г	545	601	554	506	394	620	111,8
Среднесуточный привес птицы, г	42,8	50,9	51,1	24,5	27,5	1,8	269,1
Яйценоскость, шт.	267	254	238	266	269	261	95,4
Стоимость валовой продукции на 1 га пашни, тыс. руб.	96,6	119	132	6,3	11,2	63,5	429,1
Уровень рентабельности, %	11,7	9,4	17,4	8,3	15,1	11,4	+3,7

Оценив производственные показатели предприятий в таблице 13, можно сделать вывод, что стоимость произведенной продукции в расчете на 1 га пашни в агрохолдингах на протяжении рассматриваемого периода выше чем, в прочих сельскохозяйственных организациях. В 2019г. было получено в агрохолдингах 132 тыс. руб., а в прочих организациях – 63,5 тыс. руб.

По таким показателям, как урожайность зерновых культур и удой на корову преимущество имеют самостоятельные организации, не вошедшие в агрохолдинги. Имеет место также разнонаправленное соотношение затрат на реализуемую продукцию. Данные отмечены в таблице 14.

Анализ себестоимости продукции показал, что себестоимость зерновых культур в агрохолдингах в среднем на 12,8% выше, чем в самостоятельно функционирующих организациях. Себестоимость зерна в сельскохозяйственных организациях составляет 565,32 руб. Что касается сахарной свеклы и подсолнечника, то в самостоятельных организациях, себестоимость выше, чем в агрохолдингах на 29,6 и 29,9 руб.

В отрасли животноводства при производстве молока и привесу КРС себестоимость ниже, чем в прочих организациях на 7,8 и 15,4% соответственно. А по привесу свиней, птицы и производстве яиц, наоборот, затраты в агрохолдингах выше, чем в организациях, не вошедших в интегрированные структуры на 12,2, 11,3 и 2,4% соответственно.

Таблица 14 – Анализ себестоимости сельскохозяйственной продукции в регионе, руб.

Продукция	Агрохолдинги			Прочие сельскохозяйственные организации			Агрохолдинги к прочим, в среднем за три года, %
	2017г.	2018г.	2019г.	2017г.	2018г.	2019г.	
Зерновые культуры	562,1	453,7	586,7	416	439,5	565,32	112,8
Сахарная свекла	187	106,9	111,9	297,2	109,7	169,56	70,4
Подсолнечник	846,6	676,9	698,3	1038,8	1036	1095,76	70,1
Молоко	1186,3	1350,5	1311	1003,1	1174,2	1997,19	92,2
Привес КРС	12842,2	10059,6	9705,5	8567,3	11697	18280,5	84,6
Привес свиней	7370,4	4494,9	5874,2	4188	5774	5852,3	112,2
Привес птицы	4863,0	5036,41	5263,4	4796,3	4863,9	5029,92	111,3
Яйца (тыс. шт.)	5489	5936	6752	5509	5525	6713,13	102,4

Необходимо отметить, что себестоимость сельскохозяйственной продукции ниже в организациях, не входящих в интегрированные структуры, свидетельствует о наличии резервов роста экономической эффективности в агропромышленных формированиях.

На изменение выручки от продажи продукции и формирование себестоимости оказывают цены реализации как на сырье, так и на произведенную продукцию. Данные рассмотрим в таблице 15.

Таблица 15 – Анализ цены реализации сельскохозяйственной продукции в регионе, руб.

Продукция	Агрохолдинги			Прочие сельскохозяйственные организации			Агрохолдинги к прочим, в среднем за три года, %
	2017г.	2018г.	2019г.	2017г.	2018г.	2019г.	
Зерновые культуры	667,9	897,0	977,4	613,5	760,3	937,77	109,9
Сахарная свекла	222,8	168,7	185,7	155,7	144,1	176,98	121,1
Подсолнечник	1114,8	965,1	1407,9	1266,0	989,9	1882,64	84,3
Молоко	2428,7	2576,2	2780,2	2393,6	2434,1	2631,94	104,4
Привес КРС	9770,1	9237,5	10320,1	9861,8	10970,6	11206,71	91,5
Привес свиней	6757,9	7708,7	9025,6	6013,7	7259,9	8895,95	105,9
Привес птицы	5769,1	5893,2	5998,73	5563,9	5816,2	5987,4	101,7
Яйца (тыс. шт.)	7840	7678	7790	6623	6933	7475,81	110,8

Анализируя данные в таблице 15 можно сказать, что по таким культурам, как зерновые и сахарная свекла, цена реализации выше, чем в агрохолдингах на 9,9 и 21,1% соответственно. Цена реализации зерна в агрохолдингах составляет 977,4 руб., а в прочих организациях – 933,77 руб.

По отрасли животноводства цена реализации молока, привеса свиней, птицы и производства яиц в самостоятельных организациях ниже, чем в крупных агропродовольственных культурах. В самостоятельных организациях цена реализации привеса КРС на 8,6% превышает, чем в агрохолдингах. Отдельные крупные предприятия в регионе демонстрируют более эффективную производственную деятельность, в основном в отраслях (свиноводство, мясное птицеводство), на развитие которых были направлены значительные инвестиции.

Ключевой задачей сельхозпроизводства является снабжение населения продовольствием, а перерабатывающую промышленность необходимым сельскохозяйственным сырьем. Решение данной задачи зависит от: интенсификации отрасли; ускорения НТП; совершенствования экономических отношений; развитием различных форм собственности и видов хозяйствования.

Сельское хозяйство – это одна из самых главных отраслей экономики России. Оно занимается производством продуктов питания, сырья для производства готовой продукции и обеспечивает определенные нужды страны. Спрос на товары народного потребления во многом покрывается за счет сельскохозяйственного производства.

Сельское хозяйство является немонопольным сектором экономики. В отличие от других сельскохозяйственной сфера обладает огромным количеством хозяйствующих субъектов. Аграрный комплекс состоит из двух компонентов. Это сфера материально-технического снабжения производства ресурсов для сельских районов и сфера непосредственно сельского хозяйства.

На основании вышеприведенного анализа можно полагать, что существует ряд направлений, привлекательных для инвестирования, но наблюдаются и определенные проблемы. Важным требованием является обеспечение соответствующих условий для гармоничного развития отрасли.

Основные проблемы развития сельскохозяйственной отрасли:

- низкие темпы структурной и технологической модернизации отрасли, обновления основных средств и воспроизводства природно-экологического потенциала;
- неблагоприятные общие условия функционирования сельского хозяйства (низкий уровень развития рыночной инфраструктуры, создающий барьеры для доступа сельскохозяйственных товаропроизводителей к финансовым, материально-техническим рынкам финансовых, также рынкам информационных ресурсов и готовых изделий);
- финансовая нестабильность отрасли, связанная неустойчивостью рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, недостаточным притоком частных

инвестиций на развитие отрасли, слабым развитием страхования при производстве сельскохозяйственной продукции;

- нехватка квалифицированных кадров, обусловленная низким уровнем качества жизни в сельской местности.

Сегодня сельское хозяйство является одной из немногих быстрорастущих сфер экономики. Сельское хозяйство – это отрасль, которая требует особого и активного внимания со стороны государства. Так как от его состояния зависит экономическое развитие страны.

Таким образом, проведенные исследования дает основание полагать, что объединение сельскохозяйственного, промышленного и торгового капитала в настоящее время позволяет эффективно развиваться сельскому хозяйству в Белгородской области.

Библиография

1. Гончаренко О.В. Эффективность интегрированных формирований в аграрной сфере экономики // Диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05 / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016.
2. Гончаренко О.В. Эффективность интегрированных формирований в аграрной сфере экономики / О.В. Гончаренко // автореферат дис.... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016.
3. Добрунова А.И. Методика оценки уровня развития сельских территорий / А.И. Добрунова // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 12.
4. Kolesnikov A.V., Nasedkina T.I., Zdorovets Yu.I., Gruzdova L.N., Chernykh A.I., Goncharenko O.V., Kitayov Yu.A. / DIGITAL TECHNOLOGIES DE-VELOPMENT IN RUSSIA Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values. 2019. Т. 7. № S10. С. 53.
6. Меренкова И.Н., Добрунова А.И. Формирование системы мониторинга жизнеобеспечения населения сельских территорий / И.Н. Меренкова, А.И. Добрунова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2020. Т. 13. № 2 (65). С. 162-168.
7. Наседкина Т.И. Методология аналитического обоснования развития сельского хозяйства на базе статистического мониторинга // Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Российская экономическая академия. Москва, 2011.
8. Наседкина Т.И., Черных А.И. Кооперативная модель экономического развития в условиях глобализации: секторальный аспект / Т.И. Наседкина, А.И. Черных // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии-2017.-№9.- ч.6. с.75-80
9. Наседкина Т.И. Этапы формирования учета и анализа затрат в сельскохозяйственной организации. Монография. – Белгород: Издательство «Константа», 2017.
10. Черных А.И., Гончаренко О.В. Методологические подходы и критерии измерения экономической эффективности хозяйствующих субъектов // В сборнике: Управленческие и маркетинговые аспекты развития субъектов АПК и агропродовольственного рынка. 2016. С. 161-164.

References

1. Goncharenko O. V. Efficiency of integrated formations in the agricultural sector of the economy // Dissertation of the candidate of economic Sciences: 08.00.05 / all-Russian research Institute of organization of production, labor and management in agriculture. Moscow, 2016.
2. Goncharenko O. V. Efficiency of integrated formations in the agricultural sector of the economy / O. V. Goncharenko // abstract of dis. ... candidate of economic Sciences: 08.00.05 / all-Russian research Institute of organization of production, labor and management in agriculture. Moscow, 2016
3. Dobrunova A. I. Methodology for assessing the level of development of rural territories / A. I. Dobrunova // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2014. № 12.
4. Kolesnikov A.V., Nasedkina T.I., Zdorovets Yu.I., Gruzdova L.N., Chernykh A.I., Goncharenko O.V., Kitayov Yu.A. / DIGITAL TECHNOLOGIES DE-VELOPMENT IN RUSSIA Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values. 2019. Vol. 7. No. S10. P. 53.
6. Merenkova I. N., Dobrunov A. I. Formation of system of monitoring of livelihoods in rural areas / I. N. Merenkova, A. I. Dobrunova // Bulletin of the Voronezh state agrarian University, 2020, Vol. 13, No. 2 (65), Pp. 162-168.
7. Nasedkina T. I. Methodology of analytical justification of agricultural development based on statistical monitoring // Dissertation for the degree of doctor of Economics / Russian Academy of Economics. Moscow, 2011.
8. Nasedkina T. I., Chernykh A. I. Cooperative model of economic development in the context of globalization: a sectoral aspect / T. I. Nasedkina, A. I. Chernykh // Competitiveness in the global world: Economics, science, technology-2017. no. 9. CH. 6. p. 75-80
9. Nasedkina T. I. Stages of formation of accounting and cost analysis in an agricultural organization. Monograph. – Belgorod: Constanta Publishing House, 2017.

10. Chernykh A. I., Goncharenko O. V. Methodological approaches and criteria for measuring the economic efficiency of economic entities // In the collection: Management and marketing aspects of the development of agribusiness entities and the agri-food market. 2016. Pp. 161-164.

Сведения об авторах

Наседкина Татьяна Ивановна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79056715937, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru

Черных Антонина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79040878030 e-mail: a9040878030@yandex.ru

Гончаренко Ольга Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79205514285, e-mail: olga.goncharenko.25@yandex.ru

Information about authors

Nasedkina Tatyana Ivanovna, doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79056715937, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru

Chernykh Antonina Ivanovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79040878030 e-mail: a9040878030@yandex.ru

Goncharenko Olga Viktorovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79205514285, e-mail: olga.Goncharenko.25@yandex.ru

Е.А. Базовкина, Ж.А. Божченко

СТРУКТУРА КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ: ПРОГНОЗНЫЕ ВАРИАНТЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Аннотация. В настоящее время в условиях пандемии и режима самоизоляции предприятиям приходится адаптироваться к новым условиям деятельности, связанных с ограниченными возможностями формирования и использования финансовых ресурсов. Деятельность любого предприятия начинается с формирования первоначального капитала и в дальнейшем связана с дополнительным привлечением финансовых ресурсов и их использованием. Каждый хозяйствующий субъект стремится как можно более эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Структура капитала предприятия оказывает непосредственное влияние на его финансовое состояние, в том числе на его платежеспособность и ликвидность, рентабельность деятельности. Капитал предприятия формируется за счет внутренних (собственных) и внешних (заемных и привлеченных) источников. Как правило, основным источником финансовых ресурсов предприятия являются собственный капитал. Если в структуре предприятия преобладает сумма собственного капитала, то это свидетельствует о его платежеспособности. Величина собственного капитала это один из важнейших показателей финансовой стабильности и устойчивости любого предприятия. В первую очередь именно уровень собственного капитала является критерием оценки инвестиционной привлекательности предприятия. Заемные средства представляют собой правовые и хозяйственные обязательства предприятия перед третьими лицами: банками, кредиторами, поставщиками и подрядчиками, бюджетом, собственными работниками, государственными внебюджетными фондами и прочими хозяйственными контрагентами. С одной стороны, привлечение заемного капитала позволяет предприятию покрыть дефицит финансовых ресурсов, дает возможность дополнительного финансирования деятельности. С другой стороны, внешнее финансирование деятельности является финансовым обременением для хозяйствующего субъекта. Соотношение собственного и заемного капитала оказывает непосредственное влияние на финансовое положение предприятия, его устойчивость. В связи с этим в деятельности любого предприятия важен точный анализ состава, структуры и динамики капитала.

Ключевые слова: капитал, собственный капитал, заемный капитал, структура капитала, платежеспособность, ликвидность.

THE CAPITAL STRUCTURE OF THE COMPANY: FORECAST OPTIMIZATION OPTIONS

Abstract. Currently, in the context of the pandemic and the self-isolation regime, enterprises have to adapt to new business conditions associated with limited opportunities to generate and use financial resources.

The activity of any enterprise begins with the formation of initial capital and in the future is associated with additional attraction of financial resources and their use. Each business entity strives to use its resources as efficiently as possible. The capital structure of an enterprise has a direct impact on its financial condition, including its solvency and liquidity, and profitability. The company's capital is formed from internal (own) and external (borrowed and attracted) sources. As a rule, the main source of financial resources of an enterprise is its own capital. If the company's structure is dominated by the amount of equity, this indicates its solvency. The amount of equity is one of the most important indicators of financial stability and sustainability of any enterprise. First of all, it is the level of equity capital that is the criterion for evaluating the investment attractiveness of an enterprise. Borrowed funds represent the company's legal and economic obligations to third parties: banks, lenders, suppliers and contractors, the budget, its own employees, state extra-budgetary funds, and other economic contractors. On the one hand, the attraction of borrowed capital allows the company to cover the deficit of financial resources, provides an opportunity for additional financing of activities. On the other hand, external financing of activities is a financial burden for an economic entity. The ratio of equity and debt capital has a direct impact on the financial position of the company and its stability. In this regard, an accurate analysis of the composition, structure and dynamics of capital is important in the activities of any enterprise.

Keywords: capital, equity, debt capital, capital structure, solvency, liquidity.

Деятельность предприятий финансируется за счет внутренних источников (собственного капитала) и внешних (привлеченного и заемного капитала).

Финансирование за счет собственного капитала лишает бизнес определенных финансовых рисков. Но и при этом тормозит прирост бизнеса, выручки. Говоря о заемном капитале, в этом плане он позволяет приумножить и расширить при условии грамотного управления и распределения. Но при этом структура капитала не может быть выстроена идеально, так как

при доминировании заемных средств над собственными, возникают другие риски, например опасность неплатежеспособности [3, 7].

Анализ капитала представляет собой непрерывный процесс накопления, систематизации и использования информации бухгалтерского учета и отчетности с целью оценки финансового состояния организации, определения темпов развития производства, выявления доступных источников средств и рациональности их использования, а также составления прогноза развития предприятия на рынке капиталов [1,4].

Для анализа капитала использовались данные сводной бухгалтерской (финансовой) отчетности сельскохозяйственного предприятия ЗАО имени Кирова Вейделевского района. Общество занимается производством продукции отрасли растениеводства и животноводства, а также оказывает различные виды услуг. В таблице 1 представлена структура капитала ЗАО имени Кирова.

Таблица 1 – Размер и структура собственного и заемного капитала

Показатели	2017 г.		2018 г.		2019 г.		Отклонение 2019 г. от 2017 г.	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Капитал и резервы								
Уставный капитал	5995	3,1	5995	3,0	5995	2,4	-	100
Добавочный капитал	18786	9,9	18786	9,5	18786	7,4	-	100
Резервный капитал	-	-	-	-	300	0,1	300	-
Нераспределенная прибыль	68673	36,1	64026	32,1	92233	36,2	23560	134,3
ИТОГО	93454	49,1	88807	44,6	117314	46,1	23860	125,5
Обязательства								
<i>Долгосрочные</i>	11034	5,8	11993	6,0	12853	5,1	1819	116,5
в т.ч. заемные средства	11034	5,8	11993	6,0	12853	5,1	1819	116,5
<i>Краткосрочные</i>	85887	45,1	98435	49,4	124324	48,9	38437	144,8
в т.ч. заемные средства	33523	17,6	45229	22,7	39484	15,5	5961	117,8
кредиторская задолженность	52364	27,5	53206	26,7	84840	33,3	32476	162,0
ИТОГО	96921	50,9	110428	55,4	137177	53,9	40256	141,5
ВСЕГО	190375	100,0	199235	100,0	254491	100,0	64116	133,7

ЗАО имени Кирова в своей деятельности использует как собственные средства, так и заемные. В 2019 г. собственные средства составили 117314 тыс. руб. или 46,1% в структуре всего капитала. При этом можно отметить, что наряду с увеличением размера собственного капитала на 23860 тыс. руб. (или на 25,5%), наблюдается тенденция уменьшения доли собственного капитала в структуре всего капитала. Увеличение собственного капитала произошло за счет увеличения нераспределенной прибыли на 23560 тыс. руб.

Заемные средства в отчетном году составили 137177 тыс. руб., что на 64116 тыс. руб. больше, чем было в 2017 г. Таким образом, ЗАО имени Кирова увеличило объемы привлекаемых кредитов.

На протяжении анализируемого периода в структуре капитала предприятия преобладает заемный капитал. Так, в 2019 г. источники внешнего финансирования составили 53,9% в структуре капитала предприятия. Такая ситуация является негативным моментом в деятельности предприятия, т.к. это может привести к зависимости от заемных средств.

Схематично структура капитала ЗАО имени Кирова представлена на рисунке 1.

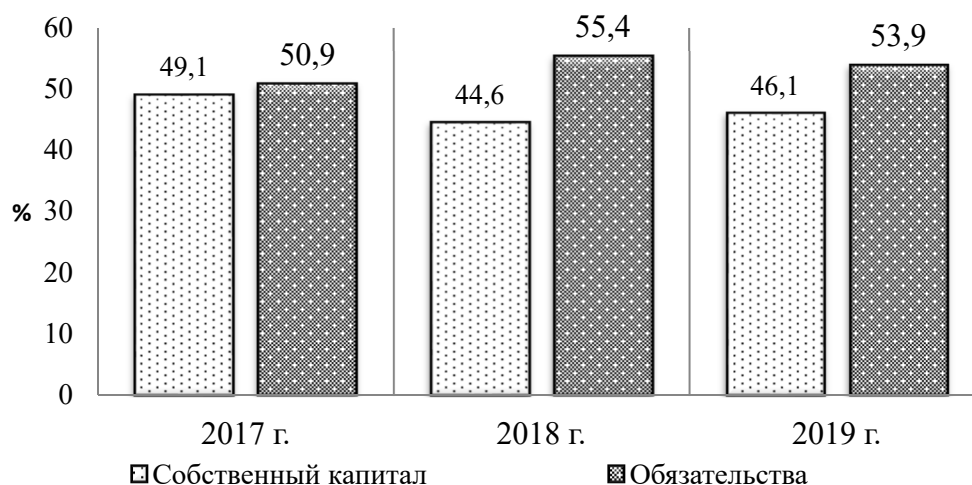


Рисунок 1 - Структура капитала

Структура капитала предприятия оказывает непосредственное влияние на его финансовое положение. Коэффициентный метод позволяет проанализировать эффективность использования капитала предприятием [2]. В таблице 2 представлены основные финансовые показатели использования капитала предприятия.

Таблица 2 – Анализ использования капитала

Показатели	Рекомендуемое значение	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Отклонение 2019 г. от 2017 г. (+;-)
Коэффициент автономии	>0,5	0,49	0,45	0,46	-0,03
Коэффициент финансовой зависимости	≈ 0,5	2,04	2,24	2,17	0,13
Коэффициент маневренности собственного капитала	0,2-0,5	0,18	0,17	0,2	0,02
Коэффициент финансирования	>1	0,96	0,8	0,86	-0,1
Коэффициент общей ликвидности	1-2	1,17	1,13	1,21	0,04
Коэффициент общей платежеспособности	>2	1,96	1,8	1,86	-0,1
Коэффициент финансовой устойчивости	0,8-0,9	0,55	0,51	0,51	-0,04
Коэффициент инвестирования	>1	1,22	1,2	1,31	0,09
Коэффициент рентабельности собственного капитала	-	30,5	1,3	27,1	-3,4

Расчитанные финансовые коэффициенты использования капитала ЗАО имени Кирова свидетельствуют об относительной зависимости предприятия от внешних источников финансирования деятельности.

Коэффициент автономии, находясь ниже рекомендуемого значения, имеет тенденцию уменьшения на анализируемый период, что является негативным моментом, т.к. чем ниже значение показателя, тем меньше вероятность, что ЗАО имени Кирова погасит долги за счет собственных средств, тем ниже финансовая независимость предприятия.

Показатели коэффициента финансовой зависимости подтверждают факт превышения заемного капитала над собственным. Высокий уровень коэффициента означает потенциальную опасность возникновения дефицита денежных средств. Увеличение показателя свидетельствует об увеличении суммы заемных средств предприятия. Этот факт подтверждает и коэффициент маневренности собственного капитала.

Коэффициент финансирования, имея значение ниже нормы, говорит о том, что большая часть имущества ЗАО имени Кирова сформирована за счет заемных средств. Это может свидетельствовать об опасности неплатежеспособности предприятия.

Коэффициент общей платежеспособности ниже рекомендуемого значения, это говорит о том, что предприятие финансирует свою деятельность преимущественно за счет заемных средств.

О неплатежеспособности предприятия и его зависимости от внешних источников финансирования свидетельствует и коэффициент финансовой устойчивости, равный 0,51.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. На протяжении анализируемого периода ЗАО имени Кирова в своей деятельности использовало как собственные, так и привлеченные (заемные) средства. В структуре капитала наибольшую долю занимают заемные средства. Такую ситуацию можно оценить как негативную в деятельности предприятия. Поэтому ЗАО имени Кирова рекомендуется разработать пути снижения и погашения заемного капитала с целью предотвращения возникновения финансовых рисков деятельности. Наличие заемных средств в структуре источников финансирования деятельности напрямую или косвенно оказывает влияние на все стороны деятельности предприятия, о чем свидетельствуют показатели финансовых коэффициентов.

Результаты проведенного анализа позволяют выделить такие пути улучшения финансового состояния ЗАО имени Кирова, как снижение зависимости предприятия от привлеченных заемных источников, т.е. увеличение доли собственного капитала и повышение эффективности управления оборотными активами.

Для улучшения финансового состояния ЗАО имени Кирова могут быть предложены следующие мероприятия:

1. снижение оборотных активов и краткосрочных обязательств;
2. увеличение собственного капитала;
3. увеличение оборотных активов с одновременным увеличением собственного капитала, а именно прибыли.

При расчете прогнозных вариантов были произведены изменения на одну и ту же сумму – 100000 тыс. руб. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Прогнозные варианты оптимизации структуры капитала, тыс. руб.

Показатели	2019 г. (факт)	Прогнозные варианты			Отклонения от факта		
		1	2	3	1	2	3
Внеоборотные активы	88957	88957	88957	88957	0	0	0
Оборотные активы	165534	65534	165534	265534	-100000	0	100000
Итого активов	254491	154491	254491	354491	-100000	0	100000
Собственный капитал	117314	117314	217314	217314	0	100000	100000
Долгосрочные обязательства	12853	12853	12853	12853	0	0	0
Краткосрочные обязательства	124324	24324	24324	124324	-100000	-100000	0
Итого пассивов	254491	154491	254491	354491	-100000	0	100000
Коэффициент автономии	0,46	0,76	0,85	0,61	0,30	0,39	0,15
Коэффициент финансовой зависимости	2,17	1,32	1,17	1,63	-0,85	-1,00	-0,54
Коэффициент финансирования	0,86	3,16	5,85	1,58	2,30	4,99	0,72
Коэффициент общей платежеспособности	1,86	4,16	6,85	2,58	2,30	4,99	0,72
Коэффициент финансовой устойчивости	0,51	0,84	0,90	0,65	0,33	0,39	0,14

В первом варианте предлагается уменьшение оборотных активов и краткосрочных обязательств. Уменьшить оборотные активы возможно за счет грамотного управления запасами, предотвращения необоснованных объемов их хранения. Предприятие может реализовать часть запасов готовой продукции. Также оборотные активы возможно уменьшить за счет эф-

фективного управления дебиторской задолженностью. Своевременное взыскание дебиторской задолженности может являться источником погашения краткосрочных обязательств. Данное мероприятие позволит предприятию:

- повысить коэффициент автономии до 0,76, что будет соответствовать нормативному значению;
- увеличить коэффициент финансирования до 3,16;
- увеличить коэффициент общей платежеспособности до 4,16;
- увеличить коэффициент финансовой устойчивости до 0,84.

Таким образом, первый вариант изменения структуры баланса позволит улучшить финансовое состояние ЗАО имени Кирова.

Второй вариант изменения структуры баланса предполагает увеличение размера собственного капитала, что позволит уменьшить размер краткосрочных обязательств. Такое мероприятие позволит предприятию:

- повысить коэффициент автономии до 0,85, что будет соответствовать нормативному значению;
- увеличить коэффициент финансирования до 5,85;
- увеличить коэффициент общей платежеспособности до 6,85;
- увеличить коэффициент финансовой устойчивости до 0,9.

Третий вариант предусматривает увеличение размера оборотных активов и собственного капитала. Увеличить размер собственного капитала возможно за счет увеличения размера нераспределенной прибыли, которая, в свою очередь, может быть увеличена за счет увеличения выручки от реализации продукции, увеличения объемов производства, снижения себестоимости продукции. Данное мероприятие повлияет на финансовые коэффициенты следующим образом:

- увеличится коэффициент автономии до 0,61;
- увеличить коэффициент финансирования до 1,58;
- увеличить коэффициент общей платежеспособности до 2,58;
- увеличить коэффициент финансовой устойчивости до 0,65.

Таким образом, предложенные варианты изменения структуры баланса ЗАО имени Кирова позволят предприятию улучшить финансовое состояние, что подтверждают рассчитанные финансовые коэффициенты.

В настоящее время каждый хозяйствующий субъект, осуществляя свою деятельность, использует собственные и заемные средства. Считается, что заемные средства в малых объемах лишают предприятие возможности дополнительного финансирования своей деятельности. Привлечение заемных средств является показателем успешного функционирования предприятия, это быстрый и доступный источник покрытия нехватки финансовых ресурсов. Заемные средства обеспечивают повышение рентабельности собственных средств предприятия. Однако, обращаясь к внешнему финансированию, предприятие обременяет себя финансовыми обязательствами. Если предприятие наращивает объемы привлекаемых внешних заимствований, то это может привести к полной зависимости от кредиторов и финансовым рискам. В связи с этим, величина и эффективность использования заемных средств являются главными оценочными характеристиками эффективности управленческих финансовых решений [6].

Библиография

1. Базовкина Е.А., Божченко Ж.А. Анализ финансового результата деятельности предприятия / Е.А. Базовкина, Ж.А. Божченко // Вектор экономики. - 2019. - № 8 (38). - С. 58.
2. Базовкина Е.А., Голованева Е.А. Оценка ликвидности и платежеспособности предприятия / Е.А. Базовкина, Е.А. Голованева // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. - 2020. Т. 19. - № 3. - С. 88-94.
3. Базовкина Е.А., Божченко Ж.А., Голованева Е.А. Бухгалтерский учет и анализ собственного капитала в сельскохозяйственных организациях: монография.- Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. 148 с.

4. Базовкина Е.А., Голованева Е.А. Финансовые ресурсы предприятия и эффективность их использования / Е.А. Базовкина, Е.А. Голованева // Символ науки: международный научный журнал. - 2019. - № 8. - С. 17-19.
5. Глушеч, Е. А. Оптимизация структуры капитала: этапы построения оптимальной структуры / Е. А. Глушеч // Молодой ученый. - 2016. - № 12 (116). - С. 1205-1207. - URL: <https://moluch.ru/archive/116/31595/> (дата обращения: 01.10.2020).
6. Наседкина Т.И., Груздова Л.Н. Основные направления повышения экономической эффективности и платежеспособности организации / Т.И. Наседкина, Л.Н. Груздова // Экономика и предпринимательство. - 2019. - № 6 (107). - С. 961-964.
7. Решетняк Л.А., Здоровец Ю.И., Гончаренко О.В. Совершенствование методических подходов к оценке уровня кредитоспособности сельскохозяйственных организаций: монография. - Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. -150 с.

References

1. Bazovkina E. A., Bozhchenko Zh. A. Analysis of financial result of activity of the enterprise / E. A. Buzovkina, Zh. A. Bozhchenko Zh. A //Vector of the economy. - 2019. - № 8 (38). - P. 58.
2. Bazovkina E. A., Golovaneva E. A. Assessment of liquidity and solvency of the enterprise / E. A. Bazovkina, E. A. Golovaneva // Scientific notes of the Russian Academy of entrepreneurship. - 2020. Vol. 19. - No. 3. - Pp. 88-94.
3. Bazovkina E. A., Bozhchenko Zh. A., Golovaneva E. A. Accounting and analysis of equity in agricultural organizations: monograph. - Belgorod: FGBOU VO Belgorodsky GAU, 2018. 148 p.
4. Bazovkina E. A., E. A. Golovaneva Financial resources of the company and the efficiency of their use / Bazovkina E. A., E. A. Golovaneva // The Symbol of science: international scientific journal. - 2019. - No. 8.- P. 17-19.
5. Glushets, E. A. Optimization of capital structure: the stages of building the optimal structure / E. A. glushets // Young scientist. - 2016. - № 12 (116). - Pp. 1205-1207. - URL: <https://moluch.ru/archive/116/31595/> (accessed: 01.10.2020).
6. Nasedkina T. I., Gruzдова L. N. Main directions of improving the economic efficiency and solvency of the organization / T. I. Nasedkina, L. N. Gruzдова // Economics and entrepreneurship. - 2019. - № 6 (107). - P. 961-964.
7. Reshetnyak L. A., Zdorovets Yu. I., Goncharenko O. V. Improving methodological approaches to assessing the level of creditworthiness of agricultural organizations: monograph. - Belgorod: FGBOU VO Belgorodsky GAU, 2017. - 150 p.

Сведения об авторах

Базовкина Елена Александровна кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-22-04, e-mail: kostrub-e@mail.ru

Божченко Жанна Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-22-04, e-mail: bj19810104@yandex.ru

Information about authors

Basovkina Elena Aleksandrovna candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-04, e-mail: kostrub-e@mail.ru

Bozhchenko Janna Aleksandrovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, 1 Vavilova str., Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-04, e-mail: bj19810104@yandex.ru

А.Ф. Дорофеев, Н.В. Калинин, В.Н. Лебедь, С.Н. Калинин

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ СВИНОВОДСТВА

Аннотация. В статье рассмотрены основные проблемы теории и практики инновационного развития отрасли свиноводства на постсоветском пространстве. На передовые рубежи в мире инновационного развития выходят факторы по размещению ресурсов или продуктов, совершенствованию технологий и развитию трудовых ресурсов. Производство только зерновых и масличных культур ведет к потере сельских территорий и утрате производственного и экспортного потенциала. В развитых странах мира отрасль животноводства особо актуальна своей эффективностью, прежде всего за счет генетического прогресса. Для оценки и отбора высокопродуктивных животных используют два основных зоотехнических метода: по собственной продуктивности (доминирующий метод в России) и по откормочным и мясным качествам потомства (применяется в странах с высокоразвитым сельским хозяйством). Стоимость второго метода слишком высока для многих стран. В данной ситуации уместно использовать достижения мировых компаний и приобретать племенных и гибридных свиней, хряков, а также спермопродукцию у них. Немаловажным фактором инновационного развития животноводства является обеспечение микроклимата в производственных помещениях. Приоритет в этом направлении следует отдать отечественным производителям оборудования, поскольку стоимость их оборудования до 10 раз ниже иностранных аналогов. Важнейшим фактором высокопродуктивного животноводства является кормление, так как без надлежащей координации диеты, генетический потенциал животных не реализуется. В организации наиболее эффективного использования кормовых ресурсов важное значение принадлежит фазовому кормлению в соответствии со средней живой массой каждой группы животных. Определение живой массы при использовании высоко генетических животных является сложной задачей, однако её решение даст существенный результат. С целью получения производительности животных на уровне их генетического потенциала, необходимо с высокой точностью оценивать энергетическую ценность кормовых ресурсов. Решить эту проблему можно за счет применения системы оценки питательности кормов по чистой энергии, показателей кажущаяся переваримость аминокислот в кишечнике, истинная и стандартизированная доступность аминокислот в кишечнике. Особое внимание необходимо уделять ветеринарии. Внедрение различных инноваций в отрасль животноводства должно осуществляться в единой производственно-рыночной системе.

Ключевые слова: инновации, отрасль животноводства, генетика, кормление, содержание, питательность корма, ветеринарные мероприятия.

PERSPECTIVE TRENDS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE PIG INDUSTRY

Abstract. The article considers the main problems of the theory and practice of innovative development of the pig industry in the post-Soviet space. Factors in allocating resources or products, improving technologies and developing human resources are entering the forefront in the world of innovative development. Production of only cereals and oilseeds leads to the loss of rural areas and the loss of production and export potential. In developed countries, the livestock industry is particularly relevant for its effectiveness, primarily due to genetic progress. Two main zootechnical methods are used to evaluate and select highly productive animals: by their own productivity (the dominant method in Russia) and by the fattening and meat qualities of the offspring (used in countries with highly developed agriculture). The cost of the second method is too high for many countries. In this situation, it is appropriate to use the achievements of world companies and acquire pedigree and hybrid pigs, boars, as well as sperm products from them. An important factor in the innovative development of animal husbandry production is the provision of a microclimate in production facilities. Priority in this direction should be given to domestic equipment manufacturers, since the cost of their equipment is up to 10 times lower than their foreign counterparts. The most important factor in highly productive animal husbandry is feeding, as without the proper coordination of the diet, the genetic potential of pigs is not realized. In organizing the most efficient use of feed resources, phase feeding in accordance with the average live weight of each group of animals is important. The determination of live weight using highly genetic animals is a difficult task, however, its solutions will give significant results. In order to obtain the productivity of animals at the level of their genetic potential, it is necessary to accurately assess the energy value of feed resources. This problem can be solved by applying a system for assessing the nutritional value of feeds by pure energy, indicators of apparent digestibility of amino acids in the intestine, true and standardized availability of amino acids in the intestine. Particular attention must be paid to veterinary medicine. The introduction of various innovations in the animal husbandry should be carried out in a single production and market system.

Keywords: innovation, livestock industry, genetics, feeding, keeping, nutritious feed, veterinary activities.

Введение. Инновация представляет собой новую технологию или продукт, которые качественно опережают предыдущие. В последнем «Руководстве Осло» понятие инновации дополнено маркетинговым и организационным типами инноваций [20]. Это важное дополнение, поскольку технологические инновации при отсутствии организации и оптимального использования ресурсов в сложной технологии не улучшат в целом экономическую ситуацию предприятий, а тем более страны. Предварительно, чтобы говорить об инновациях, обратим внимание на два понятия экономической теории: аллокативная эффективность (от англ. to allocate – размещать) и X-эффективность. Первая – это эффективность от рационального размещения ресурсов или продуктов. Вторая – обеспечивается «не ресурсными» факторами (например, как изменения в технологии, обучение рабочей силы и т.п.), в том числе за счет мотивации [5]. При эволюционном многолетнем развитии экономики в развитых странах мира резервы за счет наиболее рационального размещения ресурсов практически все реализованы, поэтому сегодня аллокативная эффективность обеспечивает прирост ВВП меньше 1%, но за счет улучшения технологий и мотивации труда – на 50-80% [5]. Не рациональное размещение сельскохозяйственного производства в постсоветском пространстве 1990-х годов привело к негативным социально-экономическим последствиям. Переход к производству практически только одних зерновых и масличных культур привел к 10-кратному сокращению работающих в сельском хозяйстве и практически полной утрате производственного и экспортного потенциала.

Управляющий партнер In Venture Investment Group Алексей Олейников отмечает: «Последние инновации – это трекинг техники и контроль за использованием топлива, электронные карты и журналы учета, спутниковый мониторинг полей и другие методы аэрофото съемки, технологии управления поливом, системы параллельного вождения, автопилотирования и дифференцированного внесения для сельхозтехники» [19]. При этом, кроме высокой стоимости беспилотников, необходимо пилоту пройти соответствующее обучение и иметь навыки управления им [17]. Но все эти новации для очень крупных предприятий. Например, компания «AeroDrone» сконструировала беспилотные летательные аппараты с емкостью бака 60 литров химического раствора, что позволяет за 8 часов опрыскивать до 500 га посевов с расходом топлива, который в десятки раз меньше, чем у обычного трактора [23]. Сюда можно добавить приобретение агрохолдингами дронов с тепловизором для охраны урожая полей [17] от безработного сельского населения. То есть, вводится все то, что поддерживает дальнейшее продвижение землевладений агрохолдингов на земельные доли (паи).

Цель исследования. Целью нашего исследования стали инновационные процессы в сельскохозяйственном производстве и перспективные направления развития отрасли животноводства.

Материал и методы. Инновации, которые касаются только производства зерновых и масличных культур (практически не требуют затрат труда) на полях агрохолдингов, поможет России как максимум именно переместиться вверх среди стран мира на 15-20 позиций по показателю экспорта в расчете на 1 га пашни. Однако, занятость населения в сельском хозяйстве сократится еще в 1,5-2 раза по сравнению с результатом предыдущего 10-кратного сокращения в 1991-2018 гг., а темпы исчезновения сел с карты России возрастут. То есть, нам необходимо разобраться в первую очередь с аллокативной эффективностью – организацией территориального размещения, о чём говорил на парламентских слушаниях Государственной Думы РФ по аграрным вопросам губернатор Белгородской области Савченко Е.С. [14] и внутрихозяйственной специализации сельскохозяйственного производства, что позволит на лучших в мире землях гарантировать полную занятость сельского населения и рост экспортных возможностей до 5-200 раз. Если достичь хотя бы величины экспорта на 1 га пашни на уровне Франции – 3478 долл. США (2017 г.), то Россия экспортировала бы сельскохозяйственной продукции в 3 раза больше. США или в 7 раз больше, чем в 2017 году. Это огромный рост экономики России только за счет незначительных структурных изменений аграрного сектора экономики (увеличении доли более интенсивных производств, в частности овощеводства, плодоводства, животноводства и т.д.). При этом необходимо направить усилия на внедрение инновации во всех отраслях аграрного сектора экономики. Внедрение же инноваций только в производство

зерна и масличных культур без структуризации экономики, по нашему мнению, дополнительно обогатит несколько сотен крупных землевладельцев, но это создаст проблемы не только в сельском хозяйстве.

В результате анализа исследований отечественных ученых и специалистов по инновациям Башмачникова А.Ф. [1], Ушачёва И.Г. [7], Будылкина Г.И. [2], Дорофеева А.Ф. [3, 13], мы пришли к выводу, что в научных публикациях, которые касаются инновационной деятельности в сельском хозяйстве России, в основном приводятся теоретические взгляды касательно категории «инновация» и наиболее приближенные к ней – инновационные: «деятельность», «активность», «процесс», «потенциал», «политика», «программа» и т.д., которые завершаются в лучшем случае построением различных схем, моделей в схематических отражениях или текстовых таблицах. В данных обоснованиях отсутствует рассмотрение их составляющих и как они влияют на конечный результат хозяйственной деятельности. Аналогичных подходов придерживаются М.Г. Михайлов, который сделал следующий вывод: «На наш взгляд, инновационно-инвестиционная деятельность для развития материально-технической базы предприятий – это комплекс мероприятий и действий физических и юридических лиц, которые вкладывают собственные средства (в материальной, финансовой или иной имущественной форме) с целью получения прибыли» [10], а также А.Ф. Дорофеев [4]. Венцом исследований по этой проблеме является монография Т. Ломаченко с интересным и многообещающим названием: «Рынок инноваций в АПК: теория, методология и организация» [6]. По логике, исходя из названия, нужно было ожидать рассмотрения и исследования предложений для товаропроизводителей относительно инновационных решений по отдельным отраслям или процессам и показать спрос на них, какие предприятия доминируют в этой среде, проблемы внедрения и как это работает на практике на конкретных предприятиях. К сожалению, в работе о рынке инноваций приведены различные рисунки с набором таких же разных показателей с итоговыми выводами рекомендательного характера: «государство должно» что-то сделать, например, пересмотреть экономическую политику, перейти к государственному стратегическому планированию [6]. В целом можно согласиться с тем, что «стратегия развития инновационного потенциала аграрного сектора экономики предусматривает радикальное ускорение научно-технического прогресса и на этой основе снижение затрат на единицу сельскохозяйственной продукции и продовольствия и повышение их конкурентоспособности на внутреннем и мировых рынках» [12].

Результаты и обсуждение. Анализ сельскохозяйственных предприятий центрального федерального округа по показателю цен реализации 1 т живой массы свиней показывает, что они отличаются в 1,5-2 раза без учета качества свинины. Такие большие субъективные отклонения в ценах поглотят положительный результат инноваций в свиноводстве.

До сих пор не приведены ни одного примера практического применения или внедрения инноваций при производстве качественной, высокобелковой свинины. Данный однотипный подход экономистов-аграриев касательно только теоретического рассмотрения такой проблемы как инновационная деятельность, а также то, что в Белгородской области удельный вес сельского хозяйства в инновационной деятельности находится на уровне 13,7% стал основанием для выбора нами направления этого и последующих исследований с признанием сложности этого процесса.

Так как в Белгородской области процессом управляет «выгода», оптовая цена на свинину значительно опережает себестоимость, поэтому крупным производителям не интересно заботиться о снижении жира и увеличении белка. Однако, ряд компаний таких, как ГК «Мираторг-Белгород», ГК Агро-Белогорье, АХ «Белгранкорм», АХК «ПромАгро», рассматривают инновации направленные на снижение себестоимости и повышение оперативной эффективности за счет качественных показателей (Таблица 1).

**Таблица 1 – Производственно-финансовые показатели отрасли животноводства
Белгородской области за период 2015-2019 гг.**

Показатели	Виды продукции			
	Молоко	Привес КРС	Привес свиней	Привес птицы
2015 г.				
Себестоимость, 1 т, руб.	16557	136693	50412	45775
Прибыль (убыток), тыс. руб.	1683794	-529025	31684279	5648377
Уровень рентабельности (убыточности), %	28,7	-18,9	75,5	11,8
2016 г.				
Себестоимость, 1 т, руб.	17238	155676	60548	50265
Прибыль (убыток), тыс. руб.	1601999	-977281	20833750	6080507
Уровень рентабельности (убыточности), %	24,0	-27,8	42,7	14,9
2017 г.				
Себестоимость, 1 т, руб.	18599	168402	57759	43405
Прибыль (убыток), тыс. руб.	2974921	-1062065	25299820	4922021
Уровень рентабельности (убыточности), %	38,0	-29,2	51,3	13,6
2018 г.				
Себестоимость, 1 т, руб.	18494	182402	60759	44479
Прибыль (убыток), тыс. руб.	2137402	-1084401	30065438	7829071
Уровень рентабельности (убыточности), %	25,3	-29,3	58,8	20,1
2019 г.				
Себестоимость, 1 т, руб.	19833	181293	73649	50168
Прибыль (убыток), тыс. руб.	3071680	-1264892	19655857	10608694
Уровень рентабельности (убыточности), %	30,8	-31,0	33,7	21,5

Отрасль свиноводства демонстрирует более эффективную деятельность по сравнению с другими отраслями, показывая средний уровень рентабельности, за анализируемый период, 52,4%. Однако, в 2019 г. наблюдается существенный рост затрат, в результате чего уровень рентабельности отрасли свиноводства составил 33,7%. У таких компаний как АХ «Мираторг», ГК «Агро-Белогорье», АХ «Белгранкорм», АПХ «ПромАгро» все производственные и финансовые показатели сохраняют устойчивые позиции. Данные компании реализуют проекты по повышению конкурентоспособности своей продукции в рамках деятельности Белгородского НОЦ «Инновационные решения в АПК».

На современном этапе в странах мира свиноводство становится все более эффективным и прежде всего благодаря генетическому прогрессу [8]. Если, например, в 1962 году производители свинины в США в среднем получали менее 10 поросят от свиноматки в год, то отдельные фермерские хозяйства, которые сотрудничают с мировыми генетическими компаниями, в 2017 году получали более 35 поросят от свиноматки в год. При этом отмечено, что в больших популяциях есть возможность отбирать лучших животных [25]. В настоящее время в мировой практике принята конечная (терминальная) система гибридизации, при которой на первом этапе (первый кросс) скрещиваются, как правило, специализированные линии материнских пород: крупная белая, йоркшир и ландрас, а полученных помесей (гибридов F1) скрещивают с хряками-производителями специализированных мясных пород или линий (дюрок, гемпшир, пьетрен).

Сегодня из-за конкуренции между генетическими компаниями, которые занимаются получением гибридов для товарных свиноводческих предприятий, их количество сокращается (объединение, поглощение и т.д.). Еще в начале 2000-х годов их количество достигало нескольких десятков, а сегодня основная конкурентная борьба на рынке генетической продукции для свиноводства ведется между такими компаниями: Genesus (Канада), PIC (Великобритания), DanBred (Дания) и Topigs Norsvin (Нидерланды) [16], Нурор (Нидерланды), Nucleus (Франция), JSR (Великобритания) и Hermitage (Ирландия). Не удержали своих позиций те генетические компании, которые не использовали геномную оценку, что сейчас является обязательным в их работе. К примеру, компания РОС ежегодно тратит около 5 млн долл. США на геномные тесты. Чтобы окупить только эти расходы необходимо продать не менее 100 тыс.

голов ремонтного молодняка [16]. В целом, ускорение эффективности гибридизации проявляет себя при условии использования геномной селекции в больших масштабах. Так, компания Topigs Norsvin производит более 1,7 млн гибридных свинок и больше 10 млн доз спермы в год. Ежегодно более 110 млн свиней, которые забиваются на мясо, производятся с генетикой Topigs Norsvin [38].

В 2017 г. ГК «Агро-Белогорье» на базе лаборатории популяционной генетики и гентоксикологии Белгородского государственного университета создала Центр геномной селекции. К 2030 г. лаборатория планирует создать отечественную породу свиней Белгородская мясная, с целью укрепления генетической независимости.

Для оценки и отбора высокопродуктивных животных используют, например, следующие основные зоотехнические методы: по собственной продуктивности (фенотип); по откормочным и мясным качествам потомства (генотип) [24]. Как показывают исследования, в России до сих пор используются методы отбора животных по производительным показателям, что не всегда объективно. При этом, высокие показатели продуктивности определенного животного могут быть обусловлены комбинацией негенетических факторов (кормление, условия содержания, ветеринарное обеспечение и т.п.). С помощью, так называемого, метода BLUP в селекции осуществляется распределение продуктивности на генетически и не генетически обусловленные составляющие [26]. BLUP-индекс представляет собой показатель, который характеризует выраженное в денежной форме преимущество использования потомства конкретного племенного животного по сравнению со средним значением по стаду. Именно использование BLUP способствует повышению эффективности селекции на 17-30% [27]. Датская (Danish Genetics) и голландская (Nurog) компании вводят геномные новейшие технологии (геномная селекция), где сочетаются КТ-сканеры (компьютерная томография), ультразвуковая и инфракрасная спектроскопия (NIRS) [29]. Взаимосвязь между изображениями и самой живой свиньей может быть представлена как атлас маркировки различных объектов в КТ-изображениях на основе плотности (жир, мясо, кость), анатомии (печень, легкие, мышцы) или различных кусков мяса (брюшка, бедра, филе, ветчина, плечо и т.д.) [39]. С помощью КТ-сканирования структуру скелета и состав каркаса можно улучшить быстрее и с большей точностью, что раньше невозможно было получить [33]. Следующий инновационный шаг – использование ДНК-информации для точного свиноводства и управления геномами, что повышает селекционную ценность на 20-70% [37].

Вышеизложенное дает все основания сделать такой предварительный вывод: нам предстоит много работать, чтобы организовать масштабные инновации по внедрению геномной оценки племенных и товарных животных. Не под силу это, на сегодня, большинству стран мира. Поэтому необходимо пользоваться достижениями мировых компаний. Так, голландская генетическая компания Нурог, входящая в группу «Hendrix Genetics», открыла представительство в Оратовском районе Винницкой области – ООО «СерволюксГенетик» (2010 г.). Сегодня ООО «Серволюкс-генетик» предлагает товарным фермам высококачественных чистопородных ремонтных свинок материнской линии пород Ландрас, Крупная Белая и гибридных свинок F1 (Нурог) и терминальных хряков родительской линии, а также спермопродукцию терминальных хряков и информационно-консультационные услуги [15].

В целом белгородские крупные сельскохозяйственные компании имеют возможность приобрести высококачественные гибриды, являющиеся стартовым условием для эффективного производства свинины. Следующий проблемный фактор – температурные условия содержания и относительная влажность воздуха. Отклонение температуры воздуха от нормы приводит к снижению продуктивности и перерасходу кормов. Сегодня, например, специалисты Черкасской опытной станции биоресурсов НААН, для конкретных ферм, могут провести тестирование эффективности работы вентиляционных систем животноводческих помещений и принять заказ на изготовление прибора – электронного анализатора микроклимата ЕАМ-5 ориентировочной стоимостью 80 тыс руб., что в 10 раз меньше, чем аналогичная метеорологическая станция Оригон WMR-300 (производства США) [22]. Если температура высокая или слишком низкая, сразу ухудшается конверсия корма и среднесуточные привесы свиней. Когда

холодно, они больше едят, а энергию организм использует на согревание и поддержание жизнедеятельности. Также увеличение скорости движения воздуха на 0,1 м / сек снижает температуру в помещении на 10⁰С [11].

Следующий фактор единой системы – кормление. Без надлежащей координации диеты, генетический потенциал свиней не реализуется [32]. Исследования ученых выявили пять важнейших факторов эффективности корма: 1) процент мяса; 2) среднесуточный привес; 3) размер помёта; 4) падеж после отъема; 5) вес взрослой свиноматки [35]. Эффективность и увеличение порции корма также контролируются с помощью регистрации индивидуального потребления корма [28]. Topigs Norsvin имеет генетику для получения наибольшего количества свинины на кг корма. Общая эффективность корма – это индекс, отражающий количество корма для производства 1 кг свинины [34].

В 2016 году по поручению губернатора Белгородской области Е.С. Савченко разработана «Дорожная карта по созданию агрохимического и микробиологического центра на базе Агроцентра «ЕвроХим» в г. Новый Оскол Белгородской области». Внедрение биопрепаратов в свиноводческие хозяйства области может принести до 2,8 млрд руб.

В Белгородской области за период 2015-2019 гг. наблюдается стабильная ситуация с динамикой расхода кормов на производство продукции свиноводства, в отличие от производства мяса КРС, молока и птицы (Таблица 2).

Таблица 2 – Расход кормов на производство продукции свиноводства в сельскохозяйственных организациях Белгородской области за период 2015-2019 гг., ц кормовых единиц

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. в % к 2015 г.
Расход всех кормов на производство 1 ц привеса свиней	2,91	2,96	2,95	2,93	2,94	101,0
Расход концентрированных кормов на производство 1 ц привеса свиней	2,91	2,96	2,95	2,93	2,93	100,7

Следует отметить, что посевные площади кормовых культур в Белгородской области сократились с 184,8 тыс га до 172,9 тыс га., при этом валовой сбор зерновых и зернобобовых увеличился на 11%.

Целью кормовой и пищевой платформы является поддержка генетического прогресса путем определения лучшего графика кормления для наших основных производителей животноводческой продукции для разведения и тестирования, чтобы они максимально продемонстрировали генетический потенциал нашей продукции [31]. В организации наиболее эффективного использования кормовых ресурсов важное значение принадлежит фазовому кормлению в соответствии со средней живой массой каждой группы животных. Само определение живой массы при использовании высоко генетических животных является проблемой. Сегодня многие компании разработали системы управления для бесконтактного взвешивания животных на ферме с помощью 3D-камеры или устройства с цифровой камерой для автоматического взвешивания свиней (Цифровое оборудование для взвешивания – Pig Scale) или же технологии компьютерного зрения (RuiYu Animal Technology) – автоматически предоставляет основную информацию о температуре тела, передвижении, поведении, кормлении и массе тела свиней [21].

С другой стороны, чтобы получать производительность свиней на уровне их генетического потенциала, необходимо соответствующим образом с высокой точностью оценивать энергетическую ценность кормовых ресурсов. С ростом генетического потенциала в мире менялась система оценки кормов, начиная с крахмальной единицы О. Кельнера, разработанной более 100 лет назад по крахмальному эквиваленту (действие крахмала на жиросложение), а для Советского Союза – овсяная кормовая единица (питательность овса на основе крахмального эквивалента). Ученые постсоветского пространства по теории инноваций в животноводстве до сих пор оперируют такой оценкой кормов, как овсяная кормовая единица [9]. Тогда

как для реализации все возрастающего генетического потенциала свиней мировая наука совершенствует саму систему оценки кормов по их питательности с переходом, например, от ранее применяемой обменной энергии (ОЭ) к более точной в современных условиях – чистой энергии (ЧЭ). При первой корм, который богат белком, имеет переоцененную энергетическую составляющую, а корма с высоким содержанием крахмала и жира (разнообразные отходы пищевого производства, масложировой, хлебопекарной и прочих промышленности) наоборот – недооцененную. В результате применения системы оценки питательности кормов по чистой энергией (затрат энергии на поддержание жизненных функций организма и непосредственно на продуктивность – прирост живой массы) получают практически заранее прогнозируемый уровень продуктивности, особенно при кормлении свиней рационами с низким уровнем в них сырого протеина, с результатом максимально низкой себестоимости производства прироста живой массы свиней. Напомним, что чистая энергия – это разница между значением обменной энергии (валовая энергия за вычетом энергии в кале, моче и газах свиньи) и экстратеplotы (затрат энергии на усвоение питательных веществ). И рассчитываются (корректируются значения ME – метаболической энергии) показатели чистой энергии (NE) на основе формул, предложенные ученым (Noblet et al., 1994 г.) с использованием показателя метаболической (обменной) энергии (MЭ):

$$NE = 0,730 \times ME + 1,31 \times EE + 0,37 \times ST - 0,67 \times CP - 0,97 \times CF (R^2 = 0,97), (1)$$

где ME – содержание в корме метаболической (обменной) энергии, ккал;

EE – содержание в корме сырого жира, г / кг корма;

ST – содержание в корме крахмала, г / кг;

CP – содержание в корме сырого протеина, г / кг;

CF – содержание в корме сырой клетчатки, г / кг корма [30, 36].

Кроме совершенствования науки и практики по вопросу энергетической составляющей в системе нормированного кормления свиней получили развитие еще такие показатели как кажущаяся переваримость аминокислот в кишечнике (AID) с последующим переходом к показателю истинной (TID) и к стандартизированной доступности аминокислот в кишечнике (SID) вместо традиционного показателя – общего количества сырого протеина. Существующий до этого подход к определению переваримости аминокислот с их остатками в фекалиях недостаточно обоснован, поскольку некоторая их часть, которая не усвоилась в тонком кишечнике, разрушается под действием микроорганизмов в толстом отделе кишечника. Кажущаяся идеальная переваримость аминокислот в кишечнике (AID) определяется как разница между количеством потребленных с кормом аминокислот и их остатком в неперевааренном содержании терминальной части тонкого кишечника – подвздошной кишке или илеуме, начиная с которой белок уже не расщепляется.

Истинная илеальная переваримость аминокислот в кишечнике (TID) – это AID + эндогенные потери аминокислот. К последним относятся потери специфические (вызванные определенными характеристиками корма) и базальные (потери животными независимо от условий кормления). Так как специфические потери трудно определять, поэтому наука остановилась на расчете стандартизированной илеальной или настоящей переваримости аминокислот (SID), которая определяется как сумма AID и базальных потерь аминокислот (не зависящие от уровня протеина в рационе). Стандартизировано доступный в кишечнике (the standardized total tract digestible – STTD) фосфор и кажущаяся доступность в кишечнике (ATTD) фосфора являются более совершенными показателями потребности животных в фосфоре, соблюдение которых в рационе гарантированно обеспечивает достижение планового уровня продуктивности и качества конечной продукции. И еще один фактор, от которого сегодня зависит само существование отрасли свиноводства – ветеринария. Связано это с распространением африканской чумы свиней (АЧС) в России и отсутствием четкой системы государственной компенсации

потерь владельцам свиноголовья. При отсутствии в России сертифицированных пунктов забоя, идентификации и регистрации сельскохозяйственных животных невозможно отследить географию и динамику заболевания свиней АЧС и организовать эффективную систему транспортировки и утилизации их остатков. В то же время за период 2018-2019 гг. Китай от АЧС потерял более 150 млн свиней (15% мирового поголовья) в результате чего цены на свинину в Китае выросли на 50%. В Китае не только компенсируют потери свиноголовья, но и организовали социальную защиту бедного населения – в виде субсидий получили от правительства 452 млн долл. США [18]. В России сложная ценовая и потребительская тенденция, но пока эти проблемы не решаются.

Качество ветеринарных услуг отрасли свиноводства в Белгородской области по такому показателю как падеж скота можно оценить как удовлетворительное, поскольку, за анализируемый период, он увеличился на 8,4 %.

Выводы. Внедрение различных инноваций в отрасли свиноводства может усугубить социально-экономические проблемы при существующей не рациональной структуре сельскохозяйственного производства. Все проблемы должны решаться в единой производственно-рыночной системе – организации и согласовании всех ее элементов, особенно по достижению справедливого распределения добавленной стоимости в цепи движения продукции от производителя до конечного потребления, в зависимости от поставленной цели по развитию сельскохозяйственного производства.

Библиография

1. Башмачников В.Ф. Подрезанные крылья российского фермерства. – Казань: Изд. ООО «Престиж-пресс», Казань, 2015. – 418 с.
2. Будылкина Г.И. Новые методы хозяйствования и повышения эффективности агропромышленного комплекса: учеб. пособие для руководящих кадров агропром. комплекса / соавт.: Н.В. Аверьянов и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 269 с.
3. Дорофеев А.Ф. Опыт формирования агропромышленных кластеров в агропромышленном секторе Белгородской области / А.Ф. Дорофеев // Никоновские чтения. – 2010. – №15. – С. 112-114
4. Институциональные основы Научно-технического прогнозирования АПК. / Волков С.Н., Вершинин В.В., Турьянский А.В. и др. / Под ред. А.В. Турьянского. – Москва-Белгород, 2015.
5. Лейбенштейн Х. Аллокативная эффективность в сравнении с «Х-эффективностью» / Х. Лейбенштейн // Вехи экономической мысли. Теория фирмы; [пер. с англ. В.М. Гальперина]. – С.Пб. : Экономическая школа, 2000. – Т. 2. – С. 477–506.
6. Ломаченко Т.И. Рынок инноваций в АПК: теория, методология и организация. – К.: ННЦ ИАЭ, 2010. – 376 с.
7. Формирование инновационной системы АПК: механизм трансферта инноваций/ Нечаев В. И., Ушачев И.Г., Санду И.С и др. / Под ред. И.Г. Ушачёва. – М: ФГБНУ ВНИИЭСХ, 2015. – 206 с.
8. Чистяков В.Т. Современное развитие селекции и генетики в отечественном свиноводстве / Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (59). – С. 71-78.
9. Мазуренко О.В. Розвиток інноваційно-орієнтованого свинарства. – К.: ННЦ ІАЕ, 2017. – 360 с.
10. Михайлов М.Г. Інноваційно-інвестиційний розвиток матеріально-технічної бази підприємств. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2018. – 312 с.
11. Михайлов В. Оптимальні параметри повітря для свиней / Прибуткове свинарство, 2015. – червень. – № 27.– С. 68-69
12. Стратегічні напрямки розвитку агропромислового комплексу України / за ред. П.Т.Саблука, В.Я. Месель-Веселяка. – К.: ІАЕ УААН, 2002. – 60 с.
13. Dorofeev A.F., Dobrunova A.I. The cluster approach to development of rural areas. / A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2015. – №2. – С. 94-100
14. Губернатор Евгений Савченко принял участие в парламентских слушаниях в государственной Думе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belregion.ru/press/news/index.php?ID=21581>
15. Дебют найкращої «продуктивно-ефективної» свинюматки у світі – Хайпор Лібра Стар (Hypor Libra). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://servolux.com.ua/content/debyut-naykrashchoyi-produktivno-efektivnoyi-svinomatki-u-sviti-haypor-libra-star-hypor>
16. Джим Лонг: «Майбутнє свинарства — за досконалішою генетикою!». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pigua.info/uk/post/dzim-long-majbutne-svinarstva---za-doskonalisou-genetikou>
17. Зайцев І. Агросфера — головний драйвер розвитку ринку дронів в Україні. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aggeek.net/ru-blog/agrosfera--golovnij-drajver-rozvitku-rinku-droniv-v-ukraini->
18. Івасюк П. Китайським сім'ям виділили субсидії на покупку свинини, яка подорожчала. [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unn.com.ua/uk/news/1826199-kitayskim-simyam-vidilili-subsidiyi-na-rokupku-podorozhchala-svinini>

19. Інновації в українському сільському господарстві використовують не більше 5-10% компаній. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://agravery.com/uk/posts/show/innovacii-v-ukrainskomu-silskomu-gospodarstvi-vikoristovuut-ne-bilse-5-10-kompanij>

20. Керівництво Осло. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%9E%D1%81%D0%BB%D0%BE

21. Конкол О. Точне свинарство: ТОП-8 рішень для ефективної роботи свинокомплексів. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://aggeek.net/ru-blog/tochne-svinarstvo-top-8-rishen-dlya-efektivnoi-roboti-svinokompleksiv>

22. Небилиця М., Онщенко Р., Зубенко О. Інноваційний спосіб оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://a7d.com.ua/tvarinnictvo/25176-nnovacyniy-sposb-ocnki-mkroklimatu-tvarinnickih-primschen.html>

23. Овчаренко М. Інноваційні рішення для сільського господарства від українських компаній. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://uprom.info/news/agro/innovatsiyi-rishennya-dlya-silskogo-gospodarstva-vid-ukrayinskih-kompaniy/>

24. Халак В. Зоотехнічна та економічна оцінка племінної цінності свиней. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/11677-zootekhnichna-ta-ekonomichna-otsinka-pleminnoi-tsinnosti-svynei.html>

25. Чернецький Г. Генетичний прогрес PIC триває: поголів'я нового покоління. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://pigua.info/uk/post/news/geneticnij-progres-pic-trivae-pogoliva-novogo-pokolinna>

26. Шульга Ю.І., Чічаєв О.М. Оцінка української степової білої породи свиней методом BLUP. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/nvan_2014_7_35.pdf

27. BLUP-метод у племінній справ. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://propozitsiya.com/ua/blup-metod-u-pleminniy-sprav>

28. Breeding the pietrain of the future with science and dedication. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.com/news/breeding-the-pietrain-of-the-future-with-science-and-dedication/>

29. Carcass and meat quality. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovatie/karkas-en-vleeskwaliteit/>

30. de Lange C.F.M. New NRC (2012) Nutrient Requirements of Swine. – *Advances in Pork Production* (2013) Volume 24, p. 17-28. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/42fd/9eb55172213163e8d4aa17852d1a302d2dde.pdf>

31. Feed and feed. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovatie/voer-en-voeding/>

32. Feed for maximum genetic progress. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/voeren-voor-maximale-genetische-voortgang/>

33. First boars ct scanned at delta Canada. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.com/news/first-boars-ct-scanned-at-delta-canada/>

34. Home. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://totalfeedefficiency.com/>

35. Innovations for efficient feed use. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/innovaties-voor-efficient-voer-gebruik>

36. National Swine Nutrition Guide Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates. – U.S. Pork Center of Excellence, 2010. – 37 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scribd.com/document/143900106/National-Swine-Nutrition-Guide-Tables-on-Nutrient-Recommendations>

37. Single step is a big step. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/single-step-is-een-grote-stap>

38. The world's most innovative swine genetics company. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.com/about/topigs-norsvin>

39. Working on a new atlas for pig breeding. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/werken-aan-een-nieuwe-atlas-voor-de-varkensfokkerij>

References

1. Bashmachnikov V.F. Cropped wings of Russian farming. - Kazan: Publ. Prestige-Press LLC, Kazan, 2015. – 418 p.
2. Budylnina G.I. New methods of managing and increasing the efficiency of the agro-industrial complex: textbook. manual for senior staff agribusiness. complex / co-author: N.V. Averyanov et al. – M.: Agropromizdat, 1988. – 269 p.
3. Dorofeev A.F. The experience of the formation of agricultural clusters in the agricultural sector of the Belgorod region / A.F. Dorofeev // *Nikon readings*. – 2010. – No. 15. – P. 112-114

4. Institutional basis of scientific and technical forecasting of the agro-industrial complex. / Volkov S.N., Ver-shinin V.V., Turyansky A.V. et al. / Ed. A.V. Turyansky. Moscow-Belgorod: 2015.
5. Leibenstein H. Allocative efficiency in comparison with "X-efficiency" / H. Leibenstein // Milestones of economic thought. Firm theory; [trans. with English V.M. Halperin]. – S.Pb. : School of Economics, 2000. – T. 2. – P. 477–506.
6. Lomachenko T.I. The innovation market in the agricultural sector: theory, methodology and organization. – K. : NSC IAE, 2010. – 376 p.
7. The formation of the innovation system of the agro-industrial complex: the mechanism of transfer of innovations / Nechaev V.I., Ushachev I.G., Sandu I.S. et al. / Ed. I.G. Ushacheva. - M: FGBNU VNIIESKH, 2015. – 206 p.
8. Chistyakov V.T. Modern development of selection and genetics in domestic pig breeding / Bulletin of the Voronezh State Agrar University. – 2018. – No. 4 (59). – P. 71-78.
9. Mazurenko O.V. Development of innovation-oriented pig breeding. – K. : ННЦ ІАЕ, 2017. – 360 p.
10. Mikhailov M.G. Innovation and investment development of material and technical base of enterprises. – K. : NSC "IAE", 2018. – 312 p.
11. Mikhailov V. Optimal air parameters for pigs / Profitable pig breeding, 2015. – June. – № 27. – P. 68-69.
12. Strategic directions of development of agro-industrial complex of Ukraine / ed. P.T.Sabluka, B.Я. Messel-Veselyak. – K. : IAE YAAH, 2002. – 60 p.
13. Dorofeev A.F., Dobrunova A.I. The cluster approach to development of rural areas. // A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova // Bulletin of the Oryol State Agrarian University. – 2015. – No. 2. – P. 94-100
14. Governor Yevgeny Savchenko took part in parliamentary hearings in the State Duma. [Electronic resource]. – Access mode <http://belregion.ru/press/news/index.php?ID=21581>
15. Debut of the best "productive and efficient" sow in the world – Хайпор Лібра Стар (Hypor Libra). [Electronic resource]. – Access mode: <http://servolux.com.ua/content/debyut-naykrashchoyi-produktivno-efektivnoyi-svinomatki-u-sviti-haypor-libra-star-hypor>
16. Jim Long: "The future of pig farming is based on better genetics!". [Electronic resource]. – Access mode: <http://pigua.info/uk/post/dzim-long-majbutne-svinarstva---za-doskonalisou-genetikou>
17. Zaitsev I. Agrosphere is the main driver of drone market development in Ukraine. [Electronic resource]. – Access mode: <https://aggeek.net/ru-blog/agrosfera--golovnij-drajver-rozvitku-rinku-droniv-v-ukraini>
18. Ivasyuk P. Chinese families were given subsidies to buy pork, which became more expensive. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.unn.com.ua/uk/news/1826199-kitayskim-simyam-vidilili-subsidiyi-na-pokupku-podorozhchala-svinini>
19. No more than 5-10% of companies use innovations in Ukrainian agriculture. [Electronic resource]. – Access mode: <http://agravery.com/uk/posts/show/innovacii-v-ukrainskomu-silskomu-gospodarstvi-vikoristovuut-ne-bilse-5-10-kompanij>
20. Oslo Guide. [Electronic resource]. – Access mode: https://uk.wikipe-dia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%9E%D1%81%D0%BB%D0%BE
21. Konkol O. Precise pig breeding: TOP-8 solutions for efficient operation of pig farms. [Electronic resource]. – Access mode: <https://aggeek.net/ru-blog/tochne-svinarstvo-top-8-rishen-dlya-efektivnoi-roboti-svinokompleksiv>
22. Nebylitsia M., Onishchenko R., Zubenko O. Innovative method of assessing the microclimate of livestock facilities. [Electronic resource]. – Access mode: <http://a7d.com.ua/tvarinnictvo/25176-nnovacyniy-sposb-ocnki-mkroklimatu-tvarinnickih-primschen.html>
23. Ovcharenko M. Innovative solutions for agriculture from Ukrainian companies. [Electronic resource]. – Access mode: <http://uprom.info/news/agro/innovatsiyni-rishennya-dlya-silskogo-gospodarstva-vid-ukrayinskih-kompaniy>
24. Halak V. Zootechnical and economic assessment of breeding value of pigs. [Electronic resource]. – Access mode: <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynystvo/item/11677-zootekhnichna-ta-ekonomichna-otsinka-pleminnoi-tsinnosti-svynei.html>
25. Chernetsky G. Genetic progress of PIC continues: new generation livestock. [Electronic resource]. – Access mode: <http://pigua.info/uk/post/news/geneticnij-progres-pic-trivae-pogoliva-novogo-pokolinna>
26. Shulga Y.I., Chichaev O.M. Estimation of the Ukrainian steppe white breed of pigs by the method BLUP. [Electronic resource]. – Access mode: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/nvan_2014_7_35.pdf
27. BLUP-метод у племінній справ. [Electronic resource]. – Access mode: <https://propozitsiya.com/ua/blup-metod-u-pleminniy-sprav>
28. Breeding the pietrain of the future with science and dedication. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.com/news/breeding-the-pietrain-of-the-future-with-science-and-dedication>
29. Carcass and meat quality. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.nl/innovatie/karkas-en-vleeskwaliteit>
30. de Lange C.F.M. New NRC (2012) Nutrient Requirements of Swine. – Advances in Pork Production (2013) Volume 24, p. 17-28. [Electronic resource]. – Access mode: <https://pdfs.semanticscholar.org/42fd/9eb55172213163e8d4aa17852d1a302d2dde.pdf>

31. Feed and feed. [Electronic resource]. – Режим доступа: <https://topignorsvin.nl/innovatie/voer-en-voeding>
32. Feed for maximum genetic progress. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/voeren-voor-maximale-genetische-vooruitgang/>
33. First boars ct scanned at delta Canada. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.com/news/first-boars-ct-scanned-at-delta-canada>
34. Home. [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://totalfeedefficiency.com/>
35. Innovations for efficient feed use. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/innovaties-voor-efficient-voer-gebruik>
36. National Swine Nutrition Guide Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates. – U.S. Pork Center of Excellence, 2010. – 37 p. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.scribd.com/document/143900106/National-Swine-Nutrition-Guide-Tables-on-Nutrient-Recommendations>
37. Single step is a big step. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/single-step-is-een-grote-stap>
38. The world's most innovative swine genetics company. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.com/about/topigs-norsvin>
39. Working on a new atlas for pig breeding. [Electronic resource]. – Access mode: <https://topignorsvin.nl/innovation-news/werken-aan-een-nieuwe-atlas-voor-de-varkensfokkerij>

Сведения об авторах

Дорофеев Андрей Федорович, доктор экономических наук, доцент, и.о. проректора по инновациям и проектной деятельности, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. д. 1, улица Вавилова, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, раб. +74722392294, dorofeev@bsaa.edu

Калинчик Николай Владимирович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента Днепропетровского филиала Открытого международного университета развития человека «Украина», экономический факультет, г. Киев, Украина, тел. +380674098453, E-mail: mvolk@ukr.net

Лебедь Виктор Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, экономический факультет, улица Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, моб. +79102231203, vickt.lebed@yandex.ru

Калинчик Сергей Николаевич, генеральный директор НВП ТОВ «ВинМикс Софт», г. Киев, Украина, E-mail: ska@winmizsoft.com

Information about authors

Dorofeev Andrey F., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-rector for innovation and project activities, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University V.Y. Gorin», Vavilova St, 1, 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel.+74722392294, dorofeev@bsaa.edu.ru

Kalinchik Nikolay V., Doctor of Economics, Professor, the Dept. of Economics and Management, Dnipropetrovsk Branch of the Open International University of Human Development «Ukraine», Kiev, Ukraine, tel. +380674098453, E-mail: mvolk@ukr.net

Lebed Viktor N., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Economic theory and Economics of agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin” ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79102231203, vickt.lebed@yandex.ru

Kalinchik Sergey N., general director NVP ООО «WinMiksSoft», Kiev, Ukraine, E-mail: ska@winmizsoft.com

Е.В. Шварев, Н.Н. Никулина, И.В. Гордиенко, М.Г. Давитян

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕГИОНА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Аннотация. Статья посвящена системной проблеме АПК России - дефициту квалифицированных кадров как по традиционным для АПК профессиям, так и по новым высокотехнологичным направлениям отрасли. Нерешенность этой проблемы сегодня во многом тормозит процессы дальнейшего развития АПК и снижает показатели конкурентоспособности. Формирование новой модели аграрного образования, соответствующего ключевым глобальным вызовам и ориентированного на быструю адаптацию к новым условиям, рассматривается в статье как один из возможных трендов развития глобального АПК. Этот тезис подтверждается в статье анализом современной практики мировых аграрных университетов, которые являются драйверами развития мирового сельского хозяйства 4.0. В статье делается акцент на то, что вектор развития современных российских университетов – это исследовательский университет нового типа. Этот вектор определяет стратегический комплекс мероприятий по реализации национальных целей развития Российской Федерации, предлагаемый федеральными органами государственной власти РФ. В качестве приоритетных направлений развития современного аграрного образования России в статье рассматриваются: 1) обеспечение потребности АПК в кадрах, уровень подготовки которых максимально соответствует потребностям реального сектора; 2) развитие практико-ориентированной университетской науки; 3) позитивное развитие сельских территорий. Основными триггерами новой модели аграрного образования России, по логике авторов статьи, должны стать: профориентация на довузовском этапе; повышение престижа аграрных профессий в среде школьников и их родителей; модернизация образовательных программ; формирование эффективного профессорско-преподавательского состава; глубокая интеграция научной и образовательной функции в единый процесс; создание центров интеллектуальной и социальной поддержки развития сельских территорий. Белгородская область, являясь одним из ведущих агропромышленных регионов страны, имеет огромный потенциал для развития аграрного образования страны. Активно развивающийся АПК Белгородской области обладает мощнейшей основой и потенциалом для отраслевой системы подготовки квалифицированных кадров. В качестве окон новых возможностей для развития АПК в статье рассматриваются два высокотехнологических проекта, реализованных в системе аграрного образования Белгородской области: кластерная форма подготовки профессиональных кадров и повышение практико-ориентированности содержания аграрного образования.

Ключевые слова: АПК 4.0, аграрное образование, качество жизни, трудовой потенциал, исследовательский университет, образовательный кластер, образовательные технологии, дуальное образование.

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AGRARIAN EDUCATION REGION FOR ENTERPRISES AIC

Abstract. The article is devoted to the systemic problem of the Russian agro-industrial complex - the shortage of qualified personnel both in the professions traditional for the agro-industrial complex and in new high-tech areas of the industry. Unresolved this problem today in many respects slows down the processes of further development of the agro-industrial complex and reduces competitiveness indicators. The formation of a new model of agricultural education, corresponding to key global challenges and focused on rapid adaptation to new conditions, is considered in the article as one of the possible trends in the development of the global agro-industrial complex. This thesis is confirmed in the article by an analysis of the modern practice of world agrarian universities, which are the drivers of the development of world agriculture 4.0. The article focuses on the fact that the vector of development of modern Russian universities is a research university of a new type. This vector determines the strategic set of measures to implement the national development goals of the Russian Federation, proposed by the federal government bodies of the Russian Federation. The article considers the following as priority directions for the development of modern agrarian education in Russia: 1) meeting the needs of the agro-industrial complex in personnel, the level of training of which most closely matches the needs of the real sector; 2) development of practice-oriented university science; 3) positive development of rural areas. The main triggers of the new model of agrarian education in Russia, according to the logic of the authors of the article, should be: career guidance at the pre-university stage; increasing the prestige of agricultural professions among schoolchildren and their parents; modernization of educational programs; the formation of an effective teaching staff; deep integration of scientific and educational functions into a single process; creation of centers of intellectual and social support for the development of rural areas. The Belgorod region, being one of the leading agro-industrial regions of the country, has a huge potential for the development of the country's agricultural education. The actively developing agro-industrial complex of the Belgorod region has a powerful basis and potential for an industry-specific system for training qualified personnel. As windows of new opportunities for the development of the agro-industrial complex, the article examines two high-tech projects implemented in the system of agrarian education in the Belgorod region: the cluster form of training professional personnel and the practice-oriented content of agrarian education.

Keywords. AIC 4.0, agricultural education, quality of life, labor potential, research university, educational cluster, educational technologies, dual education.

Вопросы кадрового обеспечения сельскохозяйственной отрасли и подготовки профессиональных специалистов для села являются важными направлениями в социально-экономическом развитии страны в целом и отнесены к важнейшим приоритетам государственной политики. Мы являемся очевидцами революционных преобразований в истории развития российского агропромышленного комплекса. Президент РФ Владимир Путин по данному вопросу озвучил следующую государственную позицию: сельское хозяйство, наша продовольственная безопасность и независимость – важнейший приоритет для страны и россиян. [1].

Четвертая технологическая революция, с легкой руки Клауса Шваба именуемая термином «индустрия 4.0», которая за последнее десятилетие полностью изменила структуру промышленного производства, приходит и в сельское хозяйство под термином «agrotech 4.0», или «agrosulture 4.0» (в русскоязычном эквиваленте - «АПК 4.0»). По мнению аналитиков Высшей школы экономики, современная модель развития глобального АПК 4.0 в ближайшее десятилетие будет формироваться под воздействием следующих тенденций: а) приход IT компаний, вытесняющих традиционные агрохолдинги; б) начало эры функционального питания, диет, составленных на базе многопараметрических тестов и еды как лекарства; в) рост спроса на продукцию АПК со стороны химической и строительных отраслей, становящихся полностью «зелеными»; г) переход большинства стран на альтернативные источники энергии и рост спроса на биотопливо [2].

Современный российский агропромышленный комплекс сегодня содержит весь спектр реальных возможностей для глобального перехода аграрной экономики России на рельсы АПК 4.0. Российский АПК – одна из лидирующих отраслей в экономике (4,5% в структуре ВВП РФ), имеет сильные позиции на экспортных рынках (25 млрд. \$ в 2019 г.). В РФ достаточно высокий уровень урбанизации (74% в 2018 г.) и доля образованного населения (свыше 60% имеют третичное образование), уровень доходов по паритету покупательской способности сопоставим с большинством стран Восточной Европы [3, 61]. Россия имеет большой запас биомассы, обладая 10% мирового фонда пахотных земель и являясь мировым лидером по запасам пресной воды [3, 60]. На 50% или на 35 млрд. руб. отмечено за 2019 год увеличение прибыли в секторе онлайн-доставки продуктов питания [3, 61]. Однако, по мнению аналитика ВШЭ Н.В. Орловой, развитие научного потенциала и внедрение инновационных решений в аграрный сектор экономики становится критическим в обеспечении конкурентоспособности и дальнейшего развития АПК России [3].

Инновационное развитие АПК и НИОКР в России имеет явно выраженный государственно-патерналистский характер, в связи с чем качество получаемого научного продукта не адекватно объему затрат на него. Система трансфера наукоемких технологий также неэффективна. Тормозом инновационного развития АПК России является дефицит и старение исследовательских кадров: общая численность исследователей в области аграрных наук в 2010–2018 гг. сократилась почти на 25%, а в общем числе исследователей (все области науки) снизилась с 3,5 до 2,8%; доля исследователей в возрасте до 39 лет составляет всего около 40%, а остальные 60% приходятся на возрастные группы от 40 до 59 лет и старше [3, 70].

Российские ученые демонстрируют низкий уровень активности в публикациях, индексируемых Scopus и Web of Science (WoS). Научометрические показатели по публикациям Scopus 2019 года российских ученых крайне низки: до 2% по сельскому, лесному и рыбному хозяйству, менее 1,5% по животноводству и молочному хозяйству, менее 0,5% в области ветеринарных наук. Подобная картина наблюдается и по показателям WoS: до 1% по сельскому, лесному и рыбному хозяйству, менее 0,3% по животноводству и молочному хозяйству, менее 0,2% в области ветеринарных наук [3, 70].

В общемировом показателе патентных заявок по итогам 2019 г. доля российских заявок составляет ~1%, при этом основная часть правообладателей приходится на ученых государ-

ственных НИИ и вузов, в портфелях которых находится существенный процент уже недействующих и неактуальных патентов. Это говорит о низкой заинтересованности бизнес-структур коммерциализации представляемых учеными разработок [3, 10].

Результаты опроса представителей АПК, проведенного аналитиками ВШЭ, подтверждают проблему разрыва между бизнесом, наукой и образованием. Многие представители агробизнеса (82% опрошенных экспертов) указали на имеющиеся трудности в системе взаимодействия с образовательными организациями, которые не позиционируют себя как качественного и надежного партнера [4].

Системной проблемой АПК России становится и дефицит квалифицированных кадров как по традиционным для АПК профессиям, так и по новым высокотехнологичным направлениям отрасли. Сегодня российское аграрное образование готовит специалистов, которые малоэффективно вписываются в рынок труда. Причина тому – во-первых, низкий престиж аграрных профессий, во-вторых, несоответствие выпускаемых кадров потребностям реального сектора и низкая закрепляемость в отрасли [3, 75].

По версии Минтруда РФ, по итогам 2019 года в топ-10 самых востребованных профессий, не вошла ни одна аграрная специальность или же смежная с ними [5]. Футуристический прогноз профессий от Сколково тоже не включил ни одной аграрной специальности. Современное аграрное образование России в целом не готово к переходу от АПК 3.0 к АПК 4.0. В мировых аграрных университетах система образования отличается высокой специализацией и гибкостью: она способна оперативно среагировать на изменения кадровых потребностей отрасли и подготовить специалиста с любым набором компетенций и в любой области. В основе же российской образовательной парадигмы лежат массовые и слабо дифференцированные внутри себя специальности, неадекватные современным потребностям рынка труда. Так, число аграрных специальностей (по выпуску) в 2019 г. в России составило 295, в то время как в США – 111. В то же время в структуре выпуска 2019 г. по биологическим наукам в США было 42 специальности, в РФ только 2.

Отставание аграрного образования от мировых лидеров иллюстрирует и следующий факт: в глобальном рейтинге университетов QS по предметной области «Сельское хозяйство» за 2018 г. присутствует всего один российский профильный вуз – РГАУ-МСХА, который входит в группу университетов, занимающих 201–250-е места [3, 76].

Вопросы развития аграрного образования относятся к приоритетным в системе российской государственной политики в связи с их существенной социально-экономической значимостью для модернизации российской экономики. «Модернизация страны опирается на модернизацию образования, на его содержательное и структурное обновление. Россия выбирает «образование» в качестве приоритетного направления развития – одной из «национальных точек роста» [6]. Формирование новой модели аграрного образования, соответствующего ключевым глобальным вызовам и ориентированного на быструю адаптацию к новым условиям рассматривается аналитиками как один из возможных трендов развития глобального АПК.

Этот тезис основан на анализе современной практики мировых аграрных университетов, для которых характерно:

1. Ориентация на политематичность, развитие на стыке областей научных знаний. Ввиду того, что сельское хозяйство 4.0 перестает быть самостоятельным сектором и становится частью продовольственных систем, мировые аграрные вузы фокусируются на трех ключевых направлениях: 1) сельское хозяйство, продовольствие и непродовольственная продукция АПК; 2) природные ресурсы и охрана окружающей среды; 3) общественное благополучие.

2. Внедрение новых конвергентных дисциплин и подходов. Растущий в геометрической прогрессии объем научной информации, возникновение новых технологий способствует кастомизации образовательных продуктов, внедрение новых образовательных методик и подходов, формирующих критически важные для адаптации в новом технологическом укладе качества специалистов – лидерство, экологическое мышление, умение работать и принимать решения в условиях неопределенности.

3. Преобразование в «предпринимательские университеты». «Экономика знаний» как одно из завоеваний Индустрии 4.0, главным ресурсом которой являются новые знания и компетенции смещает фокус внимания с аграрных корпораций на аграрные университеты, которые оформляются как центры создания новых знаний и компетенций и интегрируют образовательную, научную, инновационную деятельность и бизнес-функцию.

Вектор развития современных российских университетов – исследовательский университет нового типа. Этот тезис как один из стратегических комплексов мероприятий по реализации национальных целей развития Российской Федерации подтвердил министр науки и высшего образования РФ В. Фальков, выступая 6 ноября 2020 года на форуме в Нижнем Новгороде «Университеты 2030: наука - компетенции - молодежь». Модель современного исследовательского университета, по логике В. Фалькова, подразумевает большой сдвиг от собственно исследований в сторону технологического развития, университеты все больше должны участвовать в развитии экономики и стать драйверами развития территории и инструментом трансформации регионов [7].

Системные требования к модернизации подготовки профессиональных кадров для агропромышленного комплекса заложены в Стратегии развития аграрного образования в Российской Федерации до 2030 года [8].

В качестве стратегических направлений развития профессионального образования рассматриваются:

- построение системы непрерывного среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительного профессионального образования, создающее зону ближайшего развития для освоения и внедрения современных технологий в агропромышленном комплексе страны, базирующееся на глобальных мировых трендах;
- обеспечение получения выпускниками образовательных организаций знаний, профессиональных навыков и умений, необходимых для инновационного развития всех отраслей АПК;
- развитие у студентов группы универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, направленных на формирование ценностных установок природосохранения и рационального землепользования;
- формирование навыков практических видов деятельности, в том числе с применением инновационной техники и агро-технологий в процессе получения образования;
- вовлечение обучающихся в научно-исследовательскую деятельность, путем интеграции современного образования и науки;
- создание прочных взаимосвязей между образовательными организациями и предприятиями агропромышленного комплекса в части определения содержания образования и требований к качеству освоения профессиональных образовательных программ студентами;
- снижение уровня разрыва между позициями спроса и предложения на рынке труда молодых специалистов по стратегическим направлениям развития АПК в разрезе региона;
- создание условий для формирования развернутой и достоверной информации о существующих возможностях реализации профессиональных траекторий в АПК, а также создание современного психологически привлекательного имиджа аграрного образования [8].

В целом, приоритетные направления развития современного аграрного образования России лежат в трех основных плоскостях: 1) обеспечение потребности АПК в кадрах, уровень подготовки которых максимально соответствует потребностям реального сектора; 2) развитие практико-ориентированной университетской науки; 3) позитивное развитие сельских территорий [3].

Их реализация позволит:

- увеличить приток молодежи, мотивированной на профессиональное развитие;

– добиться сокращения разрыва между актуальным уровнем подготовки современных выпускников-аграриев и потребностями к их уровню квалификации со стороны предприятий АПК;

– создать центры компетенций по ключевым направлениям АПК, ведущих системные международные научно-исследовательские и прикладные проекты.

Повышение качества образования, его практико-ориентированность, внедрение новых технологий в образовательный процесс, базирующихся на наукоемких технологиях позволит подготовить профессионального специалиста, конкурентного на рынке труда. В современных источниках, качество профессионального образования позиционируется в виде интегральной характеристики многоуровневой системы образования, и является системообразующим показателем эффективности деятельности профессиональной образовательной организации, направленной на подготовку квалифицированных кадров, призванных обеспечить эффективное развитие современных отраслей экономики.

Образовательные результаты есть не что иное, как уровень освоения студентом содержания профессионального образования, его успешность и личностный рост. К обязательным и возможным образовательным результатам необходимо отнести знания и умения применять в практической деятельности достижения полученные в процессе получения образования, понимание и освоение «на уровне представлений», готовность к использованию полученных знаний на следующей ступени обучения, готовность использовать их за пределами учебного предмета [9].

В качестве образовательных результатов в системе профессиональной подготовки студентов мы рассматриваем, о чем писали ранее: а) новые ключевые компетенции, приобретенные в процессе обучения; б) развитые познавательные интересы; в) высокую информационную культуру, а именно – новые ключевые компетенции в области интерактивного использования цифрового учебного оборудования, программных документов; г) умение работать в команде; д) умение творчески применять полученные знания в новой практической ситуации, переход от усвоения информации к производству новых знаний и т.д.

Следовательно, основным критерием качества профессионального образования является не объем знаний и умений, полученных в образовательном процессе, а умения и навыки получения новых знаний, использования их в профессиональных и социальных ситуациях, а также творческий подход к решению профессиональных задач, направленных на развитие современного агропромышленного комплекса.

Высокий уровень концентрации населения в сельской местности свидетельствует о необходимости создания доступных понятных в использовании форм и методов сельскохозяйственного просвещения населения и расширения масштабов аграрного образования. Реализация на практике данных тенденций возможна как с использованием современных дистанционных технологий взаимодействия и обучения, так и в более традиционном формате с помощью консультационных центров.

Изучение практик развития мирового аграрного образования, модернизации профессионального образования в различных регионах Российской Федерации показало, что основными триггерами новой модели аграрного образования России должны стать:

- профориентация на довузовском этапе;
- повышение престижа аграрных профессий в среде школьников и их родителей;
- модернизация образовательных программ;
- формирование эффективного профессорско-преподавательского состава;
- глубокая интеграция научной и образовательной функции в единый процесс;
- создание центров интеллектуальной и социальной поддержки развития сельских территорий.

Профориентация на довузовском уровне в большинстве аграрных вузов России сосредоточена в так называемых специализированных агроклассах. Несмотря на имеющуюся региональную специфику, агроклассы в системе вузов Минсельхоза России представляют собой

комплексную систему обучения учащихся старших классов сельских школ по специализированной программе дополнительного образования, с привлечением к отдельным занятиям преподавателей университетов. В течение запланированного количества времени выпускники школ изучают основы растениеводства и животноводства, экономики АПК, устройство сельскохозяйственной техники, азы проектирования и бизнес-планирования. Многие вузы включают в образовательную программу и экскурсии в передовые хозяйства региона, а также в научно-производственные лаборатории университетов [10].

Идея агроклассов, возникшая в 2010-х годах, является отличной по форме, но требует кардинальных изменений по технологиям и методам обучения. Современные агроклассы должны стать не единичными инициативами отдельных аграрных вузов, а обычной практикой для общеобразовательных школ, особенно сельских. Их программа-минимум должна быть нацелена на развитие у детей сельскохозяйственной грамотности и интереса к аграрным профессиям, а программа-максимум должна быть ориентирована на формирование индивидуальных треков для одаренных детей. Ведь сегодня российская система по поддержке мотивированных школьников в сфере надпредметных компетенций достаточно ограничена в спектре направлений и охвате. Суммарно она охватывает только 7% детей и соответствует профессиям, составляющим не более 4% рынка труда [11, 143]. Поэтому полигон задач для агроклассов нового поколения должен быть: от закрепления теоретических знаний реальной практикой, подготовки к выбору будущей специальности - к выявлению талантливых учеников в общей массе обучающихся и обеспечению для них наилучшего доступа к знаниям и инфраструктуре для поддержки реализации заложенного потенциала.

Принципиально важно через систему агроклассов сформировать у школьников саму компетенцию выбора, способность не только адаптироваться к изменениям рынка труда, но и действовать проактивно, инициативно, трансформируя среду [11, 144].

Для реализации вектора развития агроклассов нового поколения необходима государственная поддержка этого проекта в лице Минсельхоза России как основного учредителя аграрных вузов России и Министерство Просвещения России, определяющего приоритеты государственной политики в сфере общего среднего образования. Государство в лице Минсельхоза России должно управлять соответствующими активностями с использованием системы специальных грантов, а Министерство Просвещения России рассмотреть механизмы встраивания агроклассов в реализуемый проект федеральной сети Центров образования «Точки роста».

Подготовка специалистов, востребованных отраслью, соответствующих высоким квалификационным требованиям по всей цепочке непрерывного образования сегодня невозможна без модернизации структуры и содержания аграрного образования. Его ключевыми механизмами могут стать:

1. Кредитно-модульная система обучения.
2. Партнерство с другими университетами и участниками отрасли в:
 - создании образовательных программ, в т.ч. междисциплинарных;
 - рецензировании и экспертизе образовательных продуктов;
 - расширении возможностей прохождения практик и стажировок для студентов и ППС, развитии совместных исследовательских проектов;
 - создании сетевых программ магистратуры и программ двойных дипломов.
3. Использование ресурса открытой платформы (он-лайн обучение).
4. Введение эффективного контракта и конкурсного обновления ППС.
5. Увеличение продолжительности производственных практик (не менее 8 недель).
6. Глубокое погружение преподавателей и студентов в научные проекты университетских исследовательских центров, вовлечение ученых и исследователей в образовательные процессы.

Переход к модели исследовательского университета невозможен без интеграции образовательной и научной функции в единый процесс. Точками развития этого вектора могут

стать центры развития компетенций и центры комплексного развития сельских территорий, создаваемые на базе аграрных университетов.

Создание центров развития компетенций должно происходить с опорой на существующие научные практики в соответствии с региональными приоритетами АПК и задачами развития сельских территорий во взаимодействии с индустриальными партнерами и ведущими университетами.

Центры комплексного развития сельских территорий могут взять на себя практическую реализацию функции университетов как градообразующих центров развития и выполнять аналитическую поддержку и разработку рекомендаций для принятия управленческих решений в социальной сфере, осуществлять мониторинг трудоустройства выпускников и их закрепляемости в отрасли, карьерных перспектив и т.д. Задачи теоретического изучения социальных явлений и процессов, связанных с работой в АПК, проживанием, развитием человеческого потенциала в условиях современного российского села могут дополняться практическим созданием новых возможностей сельской занятости, разработкой специализированных адаптационных программ.

В поисках наиболее эффективных треков развития отечественного аграрного образования необходимо ориентироваться не только на внешний образовательный контур, а уметь видеть потенциальные точки роста, прежде всего во внутреннем локусе - в собственном регионе.

Белгородская область, являясь одним из ведущих агропромышленных регионов страны, имеет огромный потенциал для развития аграрного образования страны. Агропромышленный комплекс Белгородской области за последние десятилетия стал одной из ведущих системообразующих отраслей экономики. Белгородская область по итогам 2019 года уверенно занимает 3 место в России после Краснодарского края Ростовской области по объёму производства в сельскохозяйственных предприятиях. Регион производит более 4,6% валовой сельскохозяйственной продукции РФ. Вклад в отечественное индустриальное производство сельхозпродукции еще выше – 7%. В 2019 году общий объем валовой продукции сельского хозяйства, произведенной всеми категориями хозяйств, составил 272,6 млрд. рублей, что в сопоставимых ценах выше на 1,6% показателя 2018 года (257,038 млрд. рублей). При этом сельхозорганизациями произведено продукции на 241,3 млрд. рублей, К(Ф)Х (ИП) и хозяйствами населения – 31,3 млрд. рублей. Рентабельность сельхозорганизаций Белгородской области составила 16,2% [12; 12-14].

По урожайности зерновых и зернобобовых культуры с результатом 48,7 ц/га Белгородская область – вторая в ЦФО и седьмая среди зернопроизводителей России. По интенсивности закладки садов регион лидирует в ЦФО и входит в топ-3 России. Область традиционно сохраняет лидерские позиции по производству мяса, занимая 1 место в РФ в мясном животноводстве, 1 место в РФ по поголовью птицы и 1 место в РФ по поголовью свиней. Белгородская область является лидером и в молочном животноводстве, занимая второе место в ЦФО и входя в топ-15 крупнейших производителей товарного молока [12, 13].

Новыми точками роста АПК Белгородской области являются экспорт и инновации. Экспорт сельскохозяйственной продукции Белгородской области составил в 2019 году год 388,9 млн. долларов, что выше целевого показателя на 8,6% и продолжает неустанно расти. К 2024 году экспортные результаты региона вырастут до 700 млн. долларов.

Среди перспективных направлений инновационного развития АПК Белгородской области - развитие производства органической продукции и цифровизация АПК. Эти инновационные точки роста по праву могут стать основными трендами развития регионального АПК на принципах АПК 4.0 [12, 17-18].

Активно развивающийся агропромышленный комплекс Белгородской области обладает мощнейшей основой и потенциалом для отраслевой системы подготовки квалифицированных кадров. В качестве окон новых возможностей для развития могут выступать два высокотехнологических проекта, реализованных в системе аграрного образования Белгородской области: *кластерная форма* подготовки профессиональных кадров и *практико-ориентированность* содержания аграрного образования.

Сегодня можно говорить о сформированном в Белгородской области региональном аграрном образовательном кластере.

Теория и методология кластерного подхода исторически новы. Первоначально понятие кластера ввел в научный обиход М.Э. Портер. Он представил кластер в виде организационной формы консолидации усилий всех заинтересованных сторон [13, 20]. В научной литературе кластер (от англ. Cluster – «скопление») также рассматривается в качестве суммы однообразных элементов, каждый из которых представляет собой самостоятельную структурную единицу, обладающую при этом определенным рядом свойств, требующую учета множественных взаимосвязей между элементами, объединенными в единое целое [14].

Идею реализации кластерного подхода при проектировании системы образования в 2011 году предложил В.В. Путин. Кластерный подход в образовании применяется уже более 20 лет. В публикациях широко представлен опыт создания образовательных кластеров в Татарстане, в Пермском, Московском, Тульском и других регионах.

Сущность образовательного кластера на сегодня рассматривается через: «а) совокупность взаимосвязанных учреждений профессионального образования, объединенных по отраслевому признаку и партнерским отношениям с предприятиями отрасли;

б) систему обучения, взаимообучения и инструментов самообучения в инновационной цепочке наука – технологии – бизнес, основанная преимущественно на горизонтальных связях внутри цепочки» [15].

Системообразующим центром аграрного образовательного кластера в Белгородской области является Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. В его структуру входят более 11 образовательных учреждений аграрного профиля среднего профессионального образования, а также некоммерческие учебные центры агрохолдингов, профильные агроклассы общеобразовательных учреждений.

Важной характеристикой современного аграрного образовательного кластера Белгородской области является горизонтальная интеграция разной степени сложности на всех образовательных уровнях: частичная - на уровне общего образования (аграрная подготовка школьников, направленная на активную популяризацию привлечения молодых кадров в сельскохозяйственную отрасль), полная интеграция на уровне среднего профессионального образования.

Точкой роста системы профессионального образования Белгородской области является активное взаимодействие между тремя заинтересованными сторонами – образовательными организациями, хозяйствующими субъектами и органами исполнительной власти Белгородской области по следующим стратегическим направлениям:

1. Внедрение государственно-частной модели управления системой среднего профессионального образования, посредством создания автономных образовательных организаций и создания управленческих структур с участием представителей бизнес-сообщества (наблюдательных советов).

2. Организация дуального обучения (обучение на рабочем месте под руководством наставника с использованием современного технологического оборудования).

3. Формирование государственного задания по прямому заказу работодателя и региональных отраслевых объединений работодателей (принцип – каждое бюджетное место под конкретный заказ работодателя).

4. Гарантированное трудоустройство выпускников на рабочие места и предоставление целевых образовательных займов обучающимся (закрепление за студентом рабочего места на производстве с момента приема в вуз, отбор будущих специалистов еще в процессе дуального обучения на предприятия, предоставление образовательных займов).

5. Организация независимой оценки профессионального образования и сертификации квалификаций.

6. Переход к системе непрерывной поддержки профессионального выбора на протяжении всей жизни (диверсификация образовательных траекторий различных социальных групп населения) вместо традиционной, и значительно устаревшей, системы профориентации.

7. Популяризация имиджа рабочих профессий, наиболее актуальных для экономики региона.

8. Реализация модели новых экономических отношений, в которых выпускник представляется как работником, так и собственником организации, мотивированным выстраивать свое дело личным трудом.

В Белгородской области сформирована модель государственно-частного партнерства, 100% организаций профессионального образования интегрированы в образовательно-производственные кластеры. В сотрудничество по управлению региональной системой среднего профессионального образования включены 24 «якорных» работодателя. В отношении 8 данную функцию выполняют органы муниципального самоуправления.

Более 800 предприятий-партнеров. 8 отраслевых советов работодателей, в которые входят 177 представителей бизнеса, 17 муниципалитетов. На основе базового соглашения «якорным» работодателям и предприятиям-партнерам делегированы полномочия по управлению профессиональными образовательными организациями.

Ключевой управленческой структурой в системе управления техникумов и колледжей стали наблюдательные советы, возглавляемые руководителями «якорных» предприятий. В состав наблюдательных советов профессиональных образовательных организаций области вошли более 100 представителей работодателей.

«Якорные» работодатели и предприятия-партнеры определяют «прямой» кадровый заказ на подготовку кадров для своих предприятий: 90% контрольных цифр приема текущая потребность предприятий, 10% – перспективные профессии и специальности. Для потребностей социальной сферы заказчиками выступают органы муниципального управления. Такой подход к формированию заказа позволил обеспечить рост привлекательности среднего профессионального образования.

В число якорных работодателей образовательных организаций входят такие системообразующие предприятия Белгородской области, как: ООО «ГК Агро-Белогорье», ООО «ГК «Приосколье», Агрохолдинг «БЭЗРК - Белгранкорм», ГК «ЭФКО». ГК «Авида», ГК «Зеленая долина», Филиал ПАО «МРСК Центра» - «Белгородэнерго», Группа компаний «ЖБК -1» и др.

Применение модели государственно-частного партнерства подготовки кадров региона и формирование контрольных цифр приема обучающихся с учетом интересов отраслевого рынка труда дает возможность уже на стадии зачисления закрепить за каждым студентом рабочее место на производстве, как для дуального обучения, так и для последующего трудоустройства. «Якорные» работодатели и предприятия-партнеры определяют «прямой» кадровый заказ на подготовку кадров для своих предприятий: 90% контрольных цифр приема - текущая потребность предприятий, 10% – перспективные профессии и специальности. Для потребностей социальной сферы заказчиками выступают органы муниципального управления. Такой подход к формированию заказа на подготовку кадров позволил обеспечить рост привлекательности среднего профессионального образования.

Одним из примеров успешного сотрудничества является партнерство Корочанского сельскохозяйственного техникума и ГК «Зеленая Долина». ГК «Зеленая Долина» несколько лет назад стала якорным предприятием этой образовательной организации. При активном участии группы компаний проведен капитальный ремонт здания и трансформация образовательной модели. На ферме «Ромашка» ГК «Зеленая Долина» создана база обучения начинающих сотрудников предприятия и студентов Корочанского сельскохозяйственного техникума. Сегодня 500 обучающихся техникума получают в его стенах образование по таким востребованным в регионе специальностям как агрономия, механизация сельского хозяйства, эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования, зоотехния, ветеринария, экономика и бухгалтерский учет, а также технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. С 2021 года в этом списке появится еще одна актуальная специализация – технология молока и молочных продуктов. На базе техникума организованы региональная

площадка для проведения чемпионата Ворлдскиллс по компетенции «Ветеринария», проектный офис, фаб-лабы «Лаборатория молока. Сыроварение» и «Сити-фермерство. Лаборатория выращивания микрозелени», медиацентр.

Доля практического обучения в образовательных организациях среднего профессионального образования Белгородской области увеличилась с 30% до 50%, а по отдельным программам подготовки рабочих и служащих – до 70%. Существенно вырос уровень трудоустройства. За последние 10 лет в 1,5 раза увеличился прием на образовательные программы среднего профессионального образования за счет средств регионального бюджета. Опыт компании «Зеленая Долина» и других якорных работодателей позволяет выделить ключевую цель на новый период – встраивание профессиональных образовательных организаций в качестве бизнес-единиц в производственную линейку предприятий. Именно ее решение позволит обеспечить экономическую эффективность участия бизнеса в региональной системе подготовки кадров, обеспечить приток и закрепление молодых квалифицированных кадров на производстве.

Содержание аграрного образовательного кластера Белгородской области носит в первую очередь дуальный, практико-ориентированный характер, оно не только максимально приближено к реалиям сельскохозяйственного производства, но и позволяет развивать профессиональные компетенции, необходимые работодателям.

Дуальность профессионального образования рассматривается нами как образовательный процесс, сочетающий практическое обучение с частичной занятостью на производстве и обучение в традиционном образовательном учреждении. Дуальность означает «двуединство, двойственность», «единое организационное целое». Подобная технология профессионального образования возникла как продукт социального партнерства, которое представляет собой механизм тесного взаимодействия государства, работодателей, профсоюзов и различных общественных объединений по подготовке высококвалифицированного персонала в соответствии с потребностями рынка труда.

Востребованность дуальных форм подготовки специалистов объясняется тем, что:

- напрямую отражает потребности будущих работодателей,
- процесс обучения, организованный в реальном агропромышленном секторе, является более предметным, гибким.

Переориентация профессионального образования на дуальные формы обучения обусловлена потребностью современного агропромышленного комплекса в специалистах, адаптированных к требованиям современных работодателей, способных в максимально короткий срок эффективно включаться в работу предприятия. Практикоориентированное обучение позволяет подготовить специалистов, обладающих такими качествами, как знание современных отраслевых технологий, способность выбрать наиболее оптимальный путь решения производственных задач, владение коммуникативными и управленческими технологиями, умение управлять компьютерной техникой, владение иностранными языками.

Флагманом в подготовке кадров для сельскохозяйственной отрасли на территории области по праву считается Белгородский государственный университет им. В.Я. Горина. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ является образовательной организацией аграрной направленности, обеспечивает высококвалифицированными кадрами сельскохозяйственные предприятия области, 85% из которых являются выпускниками университета.

Потенциальные возможности аграрных вузов в вопросах профессиональной подготовки студентов для агропромышленного комплекса заключаются в способности обеспечить качественные условия обучения, материально-техническую базу, финансовое и информационное обеспечение, что позволит в целом достичь необходимого качества профессионального образования. Качественные показатели современного профессионального образования также обеспечиваются путем выбора соответствующих задач подготовки специалистов аграрного профиля, подходов, принципов, современных методов, средств и технологий, призванных обеспечить достижение образовательных результатов, согласующихся с нормативами, критериями, стандартами и запросами современного агропромышленного комплекса, в том числе – в лице работодателей.

При характеристике качества образования, полученного выпускником аграрного вуза, на первый план выходят показатели, которые дают системные оценки образовательных результатов, такие, как:

- операциональность выпускника (сформированная способность к выбору профессиональных методов и средств и их синтез в решении определенных задач);
- мобильность выпускника (сформированная способность использования в различных ситуациях общих и профессиональных знаний).

С 2014 года в аграрном университете реализуется проект «Создание университета прикладных наук на базе Белгородского ГАУ». За период его реализации заключены договоры с 90 базовыми предприятиями, создано более 30 учебных аудиторий непосредственно на производстве, оснащенных системой видеоконференцсвязи, 4 научно-производственных лаборатории, в том числе при СПК «Колхоз имени Горина» и ЗАО «Краснояружская зерновая компания».

Созданы бизнес-инкубатории с модельными производствами для освоения пчеловодства, рыбоводства, птицеводства, растениеводства, кролиководства, грибоводства, коневодства, переработки зерна, а также ветеринарная клиника и ветеринарная лаборатория, механическая мастерская, лаборатория клонирования и производства цветочных растений, станция обслуживания тракторов и автомобилей.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ – единственный в Белгородской области вуз, осуществляющий подготовку кадров по 15 приоритетным направлениям аграрного профиля. В нём сформирована многоуровневая система профессиональной подготовки специалистов, включающая следующие уровни:

- довузовское образование (агроклассы, школа юных эффективных управленцев, подготовительные курсы);
- профессиональное обучение;
- среднее профессиональное образование (подготовка специалистов среднего звена);
- высшее образование (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура);
- дополнительное профессиональное образование;
- дополнительное образование детей и взрослых.

По показателям рейтинга Минсельхоза России по итогам 2019 года университет занимает 10 место среди 54 аграрных вузов России, входит в третью лигу национального агрегированного рейтинга и занимает 77 место в рейтинге российских вузов. По результатам мониторинга качества подготовки кадров со средним профессиональным образованием университет входит в ТОП-500 по РФ и ТОП-10 Белгородской области.

В 2019 году Белгородский ГАУ вошел в состав НОЦ мирового уровня «Инновационные решения в АПК».

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 год одним из главных условий развития системы высшего профессионального образования является вовлеченность студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования. Это позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей, ориентированных на потребности инновационной экономики. Фундаментальные научные исследования должны стать важнейшим ресурсом и инструментом освоения студентами компетентностей поиска, анализа, освоения и обновления информации [16].

В 2019 году ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ во второй раз стал площадкой для проведения финала Всероссийского конкурса среди учащихся общеобразовательных учреждений сельских поселений и малых городов «АгроНТИ-2019», целью которого является привлечение детей и молодежи села в проектно-исследовательскую деятельность в области инновационных технологий сельского хозяйства и ранней профессиональной ориентации в мире возникающих новых профессий.

Таким образом, в регионе создана уникальная для нашей страны модель партнерства бизнеса и системы профессионального образования, что позволило области стать одним из лидеров внедрения регионального стандарта кадрового обеспечения промышленного (экономического) роста. Обеспечена связь государственной системы подготовки кадров с работодателями, восстановлена практико-ориентированная модель подготовки рабочих и специалистов. Через деятельность наблюдательных советов предприятия участвуют в управлении техникумами и колледжами, представители крупных агрохолдингов входят в Ученый совет ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Осуществляемая в регионе модернизация профессионального образования направлена на увеличение числа высококвалифицированных специалистов, что в свою очередь будет способствовать экономическому росту агропромышленной сферы. В перспективе одним из направлений развития аграрного кластера региона может стать организационное и сетевое объединение аграрных образовательных организаций среднего профессионального, высшего и дополнительного профессионального образования для концентрации учебного и научно-производственного потенциала региона.

Библиография

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 // Справочно-правовая система Консультант Плюс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386 (Дата обращения: 12.10.2020).
2. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0 [Текст]: докл. к XXI Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020. / Н. В. Орлова, Е. В. Серова, Д. В. Николаев и др.; под ред. Н. В. Орловой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики. – 2020.
3. Доклад об инновационном развитии агропромышленного комплекса России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/science/361085756.html> (Дата обращения: 12.10.2020).
4. Минтруд РФ. ТОП 10 самых высокооплачиваемых профессий в России в 2019 году (выпуск №1) . [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c357b32ed659f00ac9818f9/top-10-samyh-vysokooplachivaemyh-professii-v-rossii-v-2019-godu-vypusk-1-5ca30aa35ec13d00b440094a> (Дата обращения: 05.11.2020).
5. Дуальная система обучения: европейский опыт и перспективы реализации в российском аграрном образовании: учебн. пособие / А.В. Турьянский, П.И. Бреславец, А.Ф. Дорофеев, Н.Н. Никулина, Т.Ю.Литвиненко – Белгород: Изд. БелГАУ им. В.Я. Горина, 2015. – 84 с.
6. Фальков В. Приоритет для университетов – это увеличение исследовательского потенциала. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=3326 (Дата обращения: 05.11.2020).
7. Стратегия развития аграрного образования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bsau.ru/science/srau2030.pdf> (Дата обращения: 11.10.2020).
8. Магомедов Р.М. Повышение качества образования через достижение новых образовательных результатов / Р.М. Магомедов // Актуальные проблемы методики обучения информатике в современной школе: материалы Международной научно-практической интернет - конференции 16-17 февраля 2016г. – М.: МПГУ, 2016. – С. 211-215.
9. Агроклассы – связующее звено школы и вуза. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://akvobr.ru/agroklassy_svjazujushee_zveno.html (Дата обращения: 12.10.2020).
10. Как сделать образование двигателем социально-экономического развития? / Я. И. Кузьминов, И. Д. Фрумин, П. С. Сорокин, И. В. Абанкина и др.; под ред. Я. И. Кузьминова, И. Д. Фрумина, П. С. Сорокина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики. – 2019.
11. Портер М.Э. Конкуренция / М.Э. Портер. – М.: Вильямс, 2009. – 608 с.
12. Кривых С.В., Кирпичникова А.В. Кластерный подход в профессиональном образовании: Монография / С.В. Кривых, А.В. Кирпичников. - СПб.: Инов. – 2015. – 140 с.
13. Смирнов А.В. Образовательные кластеры и инновационное обучение в вузе: Монография / А.В. Смирнов. - Казань: РИЦ «Школа», 2010. – 102 с.
14. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р // Справочно-правовая система Консультант Плюс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/ (Дата обращения: 12.10.2020).
15. Никулина Н.Н. Совершенствование профессионального образования как условие успешного развития инновационных агропроектов// Научный результат. Серия Педагогика и психология – № 4. – 2018. – С.73-86.
16. Никулина Н.Н., Дорофеев А.Ф. Система воспроизводства кадрового потенциала как ключевой фактор успешного развития агропромышленного комплекса региона // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – №1. – 2019. – С.106-116.

17. Гордиенко И.В. Педагогические условия подготовки выпускников к будущей социально-профессиональной деятельности // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы.* –2015. – №3 (7).– С. 40-43.
18. Никулина Н.Н., Давитян М.Г. Актуализация идей системного подхода в современной педагогической практике // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* –2016. – № 115. – С. 517-533.
19. Никулина Н.Н., Шевченко С.Н., Давитян М.Г. Основные тенденции формирования духовно-нравственной безопасности современной студенческой молодежи В сборнике: *Риски в изменяющейся социальной реальности: проблема прогнозирования и управления.* Материалы международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю.А. Зубок. – 2015. – С. 564-568.
20. Мельник Ю.М., Шварев Е.В., Гордиенко И.В. Организационно-управленческие аспекты развития методической работы в профессиональной образовательной организации // *Вестник Белгородского института развития образования.* – 2017. – № 2(4). – С. 25-30.

References

1. Doctrine of food security of the Russian Federation: Approved by the Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20 // Consultant Plus Legal Reference System. [Electronic resource]. Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386 (Date of access: 10/12/2020).
2. Innovative development of the agro-industrial complex in Russia. Agriculture 4.0 [Text]: reports. by XXI Apr. int. scientific. conf. on the problems of development of the economy and society, Moscow, 2020. / N. V. Orlova, E. V. Serova, D. V. Nikolaev and others; ed. N. V. Orlova; Nat. issled. un-t "Higher School of Economics. - M.: Ed. house of the Higher School of Economics. - 2020.
3. Report on innovative development of the agroindustrial complex of Russia [Electronic resource]. Access mode: <https://www.hse.ru/news/science/361085756.html> (Date of access: 10/12/2020).
4. Ministry of Labor of the Russian Federation TOP 10 highest paid professions in Russia in 2019 (issue # 1). [Electronic resource]. Access mode: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c357b32ed659f00ac9818f9/top-10-samyh-vysokoplachivaemyh-professii-v-rossii-v-2019-godu-vypusk-1-5ca30aa35ec13d00b440094a> (Date of access: 05.11. 2020).
5. Dual training system: European experience and prospects for implementation in Russian agrarian education: textbook. manual / A.V. Turyansky, P.I. Breslavets, A.F. Dorofeev, N.N. Nikulina, T.Yu. Litvinenko - Belgorod: Ed. BelGAU them. V. Ya. Gorin, 2015. - 84 p.
6. Falkov V. The priority for universities is to increase research potential. [Electronic resource]. Access mode: https://www.minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=3326 (Date of access: 05.11.2020).
7. Strategy for the development of agricultural education. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.bsau.ru/science/srau2030.pdf> (Date of access: 11.10.2020).
8. Magomedov R.M. Improving the quality of education through the achievement of new educational results / R.M. Magomedov // Actual problems of methods of teaching informatics in a modern school: materials of the International scientific and practical Internet conference on February 16-17, 2016. - M.: Moscow State Pedagogical University, 2016. -- S. 211-215.
9. Agroclasses are the connecting link between schools and universities. [Electronic resource]. Access mode: https://akvobr.ru/agroklassy_svjazujushee_zveno.html (Date of access: 10/12/2020).
10. How to make education the engine of social and economic development? / Ya. I. Kuzminov, ID Frumin, PS Sorokin, IV Abankina and others; ed. Ya. I. Kuzminova, I. D. Frumin, P. S. Sorokin; Nat. issled. un-t "Higher School of Economics", Institute of Education. - M.: Ed. house of the Higher School of Economics. - 2019.
11. Porter M.E. Competition / M.E. Porter. - M.: Williams, 2009. -- 608 p.
12. Krivykh S.V., Kirpichnikova A.V. Cluster approach in vocational education: Monograph / S.V. Krivykh, A.V. Kirpichnikov. - SPb.: INOV. - 2015. -- 140 p.
13. Smirnov A.V. Educational clusters and innovative teaching at the university: Monograph / A.V. Smirnov. - Kazan: RIC "School", 2010. - 102 p.
14. On the Concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2020: order of the Government of the Russian Federation of November 17, 2008 No. 1662-r // Consultant Plus Legal Reference System. [Electronic resource]. Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/ (Date of access: 10/12/2020).
15. Nikulina N.N. Improvement of vocational education as a condition for the successful development of innovative agricultural projects // *Scientific result. Series Pedagogy and Psychology* - No. 4. - 2018. - P.73-86
16. Nikulina N.N., Dorofeev A.F. The system of reproduction of human resources as a key factor in the successful development of the agro-industrial complex of the region // *Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects.* - No. 1. - 2019. - P.106-116.
17. Gordienko I.V. Pedagogical conditions for preparing graduates for future social and professional activities // *Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects.* - 2015. - No. 3 (7). - S. 40-43.
18. Nikulina N.N., Davityan M.G. Actualization of the ideas of a systematic approach in modern pedagogical practice // *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University.* - 2016. - No. 115. - S. 517-533.
19. Nikulina N.N., Shevchenko S.N., Davityan M.G. The main trends in the formation of spiritual and moral security of modern student youth In the collection: *Risks in a changing social reality: the problem of forecasting and*

management. Materials of the international scientific and practical conference. Executive editor Yu.A. Tooth. - 2015 .- S. 564-568.

20. Melnik Yu.M., Shvarev E.V., Gordienko I.V. Organizational and managerial aspects of the development of methodological work in a professional educational organization // Bulletin of the Belgorod Institute for Education Development. - 2017. - № 2 (4). - S. 25-30.

Сведения об авторах

Шварев Евгений Викторович, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры профессионального образования и социально-педагогических дисциплин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, дом 1, улица Вавилова, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308500, тел. + 74722 32-22-51 e-mail: shvarev_ev@bsaa.edu.ru

Никулина Наталья Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой профессионального обучения и социально-педагогических дисциплин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, дом 1, улица Вавилова, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308500, тел. +74722 39-22-73, e-mail: Nikulina_n@bsu.edu.ru

Гордиенко Ирина Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры профессионального образования и социально-педагогических дисциплин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, дом 1, улица Вавилова, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308500, тел. +74722 39-22-73, e-mail: gordienko_iv@bsaa.edu.ru

Давитян Манушак Галустовна, кандидат социологических наук, доцент кафедры профессионального образования и социально-педагогических дисциплин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, дом 1, улица Вавилова, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308500, тел. +74722 39-22-73, e-mail: davitian_mg@bsaa.edu.ru

Information about authors

Shvarev Evgeny Viktorovich, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Professional Education and Social and Pedagogical Disciplines, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorina ", house. 1, Vavilova street, pos. Maisky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308500, tel. + 74 722 32-22-51 e-mail: shvarev_ev@bsaa.edu.ru

Nikulina Natalya Nikolaevna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Professional Training and Social and Pedagogical Disciplines, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorina ", house 1, Vavilov street, pos. Maisky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308500, tel. +74722 39-22-73, e-mail: Nikulina_n@bsu.edu.ru

Gordienko Irina Vladimirovna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Professional Education and Social and Pedagogical Disciplines, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorina ", house 1, Vavilov street, pos. Maisky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308500, tel. +74722 39-22-73, e-mail: gordienko_iv@bsaa.edu.ru

Davitian Manushak Galustovna, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor of the Department of Professional Education and Social and Pedagogical Disciplines, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorina ", house 1, Vavilov street, pos. Maisky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia. 308500, tel. +74722 39-22-73, e-mail: davitian_mg@bsaa.edu.ru

Простенко А.Н., Добрунова А.И., Золотарёва О.И.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕСА РЕГИОНА

Аннотация. Современная цифровая экономика не может обходиться без основных проводников новых технологий и инноваций. Особое место в инновационном экономическом развитии занимают малые инновационные предприятия. Следует отметить, что многие новейшие направления НТП в частном секторе развиваются именно за счет малого бизнеса, так как малый бизнес характеризуется мобильностью, легко приспосабливается к изменяющимся условиям, перестраивается и быстро принимает решения. Малый бизнес в Белгородской области - один из самых перспективных и динамично развивающихся секторов экономики, который наиболее гибко реагирует на ее изменения. В связи с этим в области создаются предпосылки для интеграции малого бизнеса в инновационную среду. Возрастание значения малого инновационного бизнеса, несомненно, связано с рядом закономерностей: малые бизнес-структуры более концентрированы на НИОКР, так как заняты преимущественно в сфере разработки инноваций, а не их промышленного использования; они выполняют определенные функции инновационного процесса с меньшими затратами и в более короткие сроки; малый инновационный бизнес легко возникает в новых отраслях, рынок продукции которых свободен, что обуславливает возникновение новых сегментов экономики и др. Таким образом, целью статьи является совершенствование развития инновационного малого предпринимательства. На примере Белгородской области изучена и проанализирована тенденция развития инновационной деятельности малых предприятий за последний период и определены его дальнейшие условия и перспективные направления.

Ключевые слова: малый бизнес, инновации, государственная поддержка, НИОКР, инновационное развитие.

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF SMALL INNOVATIVE BUSINESS DEVELOPMENT IN THE REGION

Annotation. In the modern information world, the economy cannot do without the main sources of new technologies and innovations. A special place in innovative economic development is occupied by small innovative enterprises. It should be noted that many of the latest areas of NTP in the private sector are developing at the expense of small businesses, as small businesses are characterized by mobility, easily adapts to changing conditions, rebuilds and quickly makes decisions. Small business in the Belgorod region is one of the most promising and dynamically developing sectors of the economy, which reacts most flexibly to its changes. In this regard, the region creates prerequisites for the integration of small businesses into the innovation environment. The increasing importance of small innovative businesses is undoubtedly due to a number of regularities: small business structures are more focused on R & d, since they are mainly engaged in the development of innovations, rather than their industrial use; they perform certain functions of the innovation process at a lower cost and in a shorter time; small innovative businesses easily arise in new industries, the market of which is free, which causes the emergence of new segments of the economy, etc. Thus, the purpose of the article is to improve the development of innovative small businesses. Using the example of the Belgorod region, the author has studied and analyzed the trend in the development of innovative activities of small enterprises over the past period and determined its further conditions and promising directions.

Keywords: small business, innovation, government support, R & d, innovative development.

Белгородская область входит в число динамично развивающихся регионов России. В области проводится активная последовательная экономическая политика на основе системного подхода в решении актуальных задач и конструктивного сотрудничества с региональными бизнес-структурами и населением.

Одним из основных факторов повышения конкурентоспособности региона, как на внутреннем, так и на внешнем рынках являются инновации. Правительство области ведет планомерную работу по развитию и активизации в регионе научной и инновационной деятельности, а также вовлечению частного бизнеса в процесс технологического развития. Правительством области реализуется комплекс мер, направленный на формирование благоприятного инвестиционного климата и развитие конкурентоспособной инновационной экономики региона в рамках подпрограммы «Улучшение инвестиционного климата и стимулирование инновационной деятельности» государственной программы области «Развитие экономического потенциала и формирование благоприятного предпринимательского климата в Белгородской области». В 2019 году на реализацию проектов малых инновационных компаний и ученых области направлено 159,4 млн. рублей, что на 20% выше уровня 2018 года [8].

В рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной инициативы» 2020 год объявлен в России годом предпринимательства. В перечне основных задач - разработка стратегии бизнеса с учетом глобальных трендов МСБ. По мнению российских и западных экспертов, сферу малого и среднего предпринимательства в 2020 году должны формировать передовые бизнес-практики и тенденции, актуальные для современного мирового рынка. В результате принимаемых мер по поддержке и развитию инновационной деятельности Белгородская область, поднявшись на три позиции, заняла 15 место в рейтинге инновационного развития субъектов Российской Федерации 2019 года (ВШЭ), а по объему отгруженных инновационных товаров, работ, услуг организациями области - 3 место в ЦФО и 10 место в России.

Малые компании генерируют львиную долю ВВП в развитых секторах экономики. Сам по себе малый бизнес рискован, а тот, что связан с наукой и инновациями, рискован вдвойне. Во всем мире существуют программы государственной поддержки малых инновационных компаний. Предприятиям, находящимся на начальном этапе развития, во всех странах оказывает поддержку государство, потому что не всякий инвестор станет вкладывать средства в рискованные проекты [5].

Сегодня в промышленно развитых странах от 70 до 100% прироста ВВП осуществляется за счёт использования достижений науки. Больше половины экономического роста США достигают не за счёт наращивания таких традиционных факторов производства, как труд и капитал, а благодаря научно-техническому прогрессу. В России уровень наукоёмкости ВВП не превышает 1%. Россия в Глобальном инновационном индексе 2019 г. находится на 46-м месте (в сравнении с 2018 г. ее позиция не изменилась) [10].

В РФ инновационный потенциал малого бизнеса огромен, он обусловлен его экономической и технологической гибкостью в реализации идей, быстрой реакцией на требования рынка. Однако он ещё малоразвит. К особенностям малого инновационного бизнеса можно отнести: высокий риск; долгий путь от идеи до её реализации; низкая выживаемость новых фирм; инновационная невосприимчивость российской промышленности.

Результативное развитие малого бизнеса способствует решению многих региональных проблем (рисунок 1).

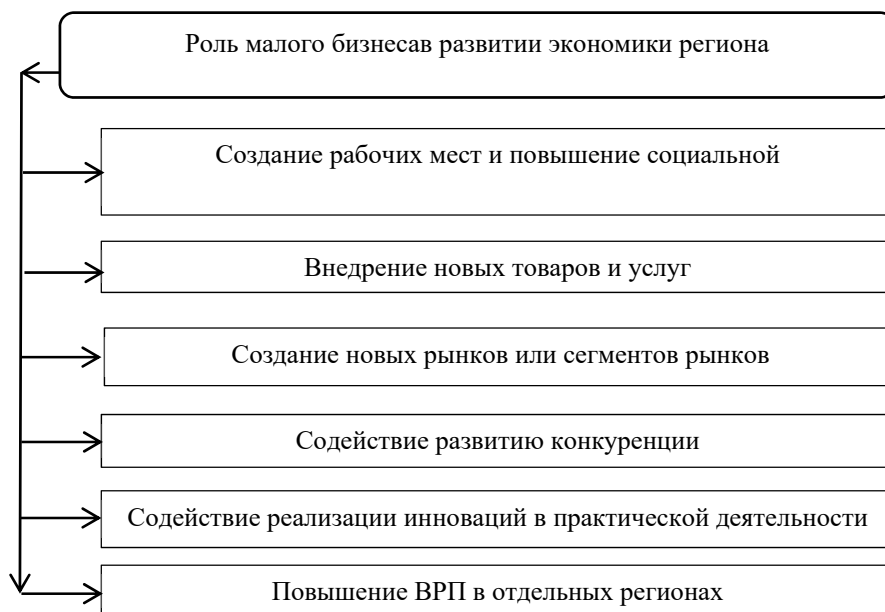


Рис. 1 - Влияние малого бизнеса на экономику региона

Но, несмотря на это, малый инновационный бизнес отличается высокой эффективностью освоения инноваций. Через инновации в малом бизнесе происходит развитие экономической системы государства, в целом, совершенствуются информационные технологии, меняется

функционирование различных видов структур, создаются условия, которые связаны напрямую со снижением издержек на предприятии. Внедрение малого инновационного бизнеса способствует развитию конкурентоспособности на рынке новых продуктов [11].

По мнению ученых, малый инновационный бизнес представлен венчурным бизнесом, предприятиями с последовательными инновациями и малыми предприятиями при ВУЗах и НИИ (рисунок 2).

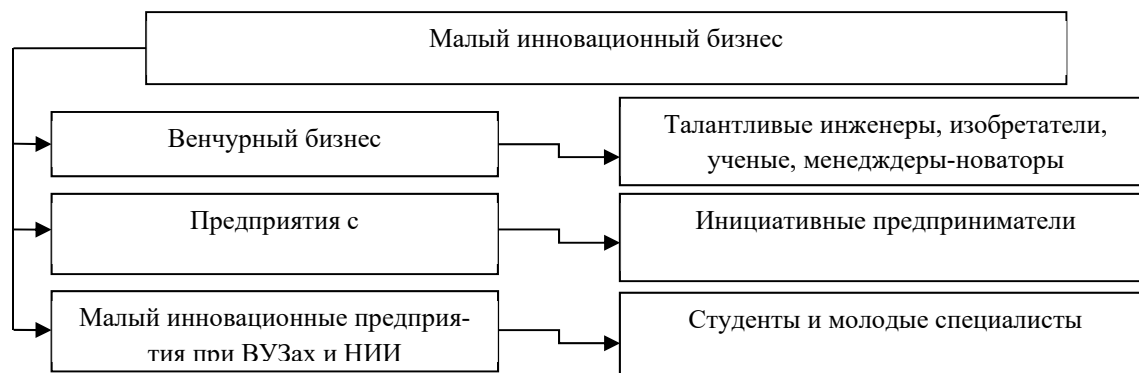


Рис. 2 - Основные организационные формы инновационной деятельности

Малые инновационные предприятия (МИП), создаваемые на базе вузов, – это, по сути, связующее звено между наукой и реальным сектором экономики страны, так как подобные предприятия реализуют наиболее рискованные инновации, способствуют переходу отечественной экономики на новый технологический уклад.

По результатам итогов инновационного развития региона за 2019 год, в рейтинге Высшей школы экономики Белгородский регион входит в десятку самых инновационных. Нарращивать инновационный потенциал ему помогают вузы. Так, БГТУ им. В.Г. Шухова в 2018 году получил статус федеральной инновационной площадки по подготовке кадров для цифровой экономики. Он реализует более 500 научных проектов и является одним из лидеров России по числу малых инновационных предприятий. За год «шуховцы» продали собственной инновационной продукции примерно на **1 млрд. рублей**. Объем выручки БелГУ от научно-инновационной и образовательной деятельности в 2018-м превысил **2 млрд. рублей**.

Белгородский аграрный университет им. В. Я. Горина стал пилотной площадкой федерального проекта «АгроНТИ» по внедрению современных (в том числе цифровых) технологий в сельском хозяйстве. Вместе с центром «Сколково» вуз запустил проект для перехода аграрной отрасли региона на роботизацию растениеводства.

Создание НОЦ «Инновационные решения в АПК» в Белгородской области станет одним из пяти пилотных научно-образовательных центров России мирового уровня, которые будут созданы по поручению правительства РФ. По национальному проекту «Наука» к 2021 году в России должно быть создано не менее 15 таких центров.

Белгородский НОЦ объединит разработки ведущих аграрных предприятий и трёх вузов: НИУ «БелГУ», БГТУ имени В. Г. Шухова и Белгородского аграрного университета им. Горина. Цель - создание прорывных технологий, достижение практического результата и изготовление конкурентоспособных продуктов.

Анализируя данные таблицы 1, мы видим, что удельный вес инновационных товаров, работ, услугв общем объеме отгруженных товаров в РФ за 2014-2019 гг., сократился на 3,4%. Удельный вес организаций, осуществляющих организационные, маркетинговые, экологически инновации также имеет тенденцию к сокращению.

Таблица 1 – Динамика основных показателей инновационной деятельности в РФ за 2014-2019 гг.

№ п/п	Показатели	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г	2018 г	2019г.	Откл. 2019 г. от 2014 г. (+;-)
1.	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, млрд. руб.	41233,9	45525,8	51316,5	57611,8	68983,6	92253,9	51020,0
	в том числе инновационные товары, работы, услуги, млрд. руб.	3580,8	3843,7	4364,7	4167,7	4516,4	4863,4	1282,6
2.	Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, %	8,7	8,4	8,5	7,2	6,5	5,3	-3,4
3.	Затраты на инновационную деятельность малых предприятий, млн. руб.	1212,1	1200,8	1285,3	1405,3	1473,3	1954,1	742,0
4.	Удельный вес затрат на технологические инновации, %	2,9	2,6	2,5	2,4	2,1	2,1	-0,8
5.	Удельный вес организаций, осуществлявших организационные инновации, %	2,8	2,7	2,4	2,3	2,1	1,9	-0,9
6.	Удельный вес организаций, осуществлявших маркетинговые инновации, %	1,7	1,8	1,4	1,4	1,3	1,2	-0,5
7.	Удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации, %	1,6	1,6	1,5	1,1	1,1	0,6	-1,0

Наибольшая доля организаций, осуществляющих технологические, организационные, маркетинговые инновации наблюдалась в обрабатывающих производствах промышленности – 15,1%; секторе информационного - коммуникационных технологий – 12,0%; производстве кровельных работ – 14,3% от числа обследованных организаций.

Успех инновационной составляющей отечественной экономики во многом зависит от состояния и развития малого предпринимательства, которое, несомненно, является источником инноваций, а также каналом трансферта знаний, технологий [3,4].

Следует различать малый бизнес и инновационное предпринимательство. Малый бизнес может быть и не инновационным. Новацией принято называть любое новшество, нововведение, инновацией - новшество, ставшее предметом использования для промышленных или потребительских целей. Значит, инновационный бизнес – это бизнес, использующий для получения прибыли принципиально новые подходы, сырье, идеи, продукты, чтобы удовлетворить потребности, на которые только формируется спрос.

Интенсивность инновационных процессов сфере малого бизнеса остается невысокой на протяжении всего рассматриваемого периода. Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг малых предприятий по субъектам РФ составил 2,36%, в то время как в Белгородской области 10,75% (таблица 2).

В Белгородской области взят курс на инновационную и технологическую трансформации, проводится активная последовательная экономическая политика на основе системного подхода к решению актуальных задач и конструктивного сотрудничества с региональными бизнес - структурами и населением. Разработан и действует закон «Об инвестиционной деятельности и инновационной политике на территории Белгородской области № 296 от 01 октября 2009 года.

Таблица 2 - Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг малых предприятий, по субъектам Российской Федерации, %

	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.	2017 г.	2019г.
Российская Федерация	1,38	1,48	2,07	1,64	1,59	2,36
Центральный федеральный округ	1,76	1,46	1,82	1,71	1,80	2,16
Белгородская область	0,39	0,98	1,51	2,77	3,97	10,75
Брянская область	6,73	4,75	4,44	1,85	1,68	2,93
Владимирская область	0,88	1,39	0,41	1,67	1,55	1,01
Воронежская область	6,24	2,49	4,11	3,28	2,73	2,06
Ивановская область	5,07	0,14	0,10	0,14	0,92	0,20
Калужская область	0,71	4,53	4,04	0,67	4,12	2,13
Костромская область	0,81	0,01	1,08	0,66	0,11	0,28
Курская область	0,89	0,30	4,37	8,62	2,27	1,08
Липецкая область	1,02	4,05	5,85	9,58	3,94	3,03
Московская область	1,76	0,75	1,12	0,56	0,88	1,50
Орловская область	0,76	0,96	2,60	0,99	0,72	6,60
Рязанская область	2,26	3,84	4,06	3,33	2,40	0,64
Смоленская область	0,36	0,59	0,45	0,63	0,47	0,64
Тамбовская область	0,22	1,44	3,03	3,80	0,98	1,04
Тверская область	1,35	0,89	0,63	2,38	0,28	2,61
Тульская область	0,87	1,14	1,02	2,93	3,19	3,07
Ярославская область	1,12	1,27	0,71	0,31	0,37	1,72
г. Москва	2,10	0,83	1,46	0,98	2,84	2,14

В рамках этого закона инновационная политика Белгородской области является составной частью социально-экономической политики, проводимой органами государственной власти Белгородской области, основные цели которой:

- 1) обеспечение населения Белгородской области высокотехнологичной продукцией;
- 2) стимулирование инновационной активности предприятий, обеспечивающей рост конкурентоспособности продукции на основе освоения научно-технических достижений и обновления производства;
- 3) обеспечение правового регулирования и защита интересов субъектов инновационной деятельности;
- 4) создание благоприятных условий для развития конкурентной среды в инновационной сфере, поддержка малого и среднего предпринимательства;
- 5) формирование современной эффективной инновационной инфраструктуры [1].

Одним из стратегических направлений развития бизнеса является поддержка инновационного предпринимательства. В рамках программ Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере – Старт, Развитие, Коммерциализация и Умник – 45 проектов субъектов малого предпринимательства региона получили гранты на общую сумму 127,8 млн. рублей в сфере информационных технологий, медицины, разработки современных материалов.

В 2018 году в рамках консультационной и информационно-образовательной поддержки услуги на безвозмездной основе получили порядка 7 тысяч субъектов малого и среднего предпринимательства и лиц, планирующих начать предпринимательскую деятельность. Пользователями сервисов маркетинговой и информационной поддержки Портала Бизнес-навигатор МСП стали 11 тысяч предпринимателей области.

Пилотная областная Программа «500/10 000» стартовала в конце 2017 года и на текущую дату в портфеле бизнес-проектов сельских территорий 499 проектов с созданием 4,1 тысяч рабочих мест с объемом инвестиций 13,3 млрд. рублей. С начала реализации Программы завершено 158 проектов на сумму 1,8 млрд. рублей, создано 733 рабочих места. В стадии реализации находится 233 проекта с планируемым объемом инвестиций 5,8 млрд. рублей и созданием 1,1 тысяч рабочих мест.

В 2018 году по итогам конкурсного отбора субсидии за счет средств областного бюджета общим объемом 40 млн. рублей предоставлены 13 субъектам малого предпринимательства, реализующим проекты в производственной сфере в сельской местности. Такой же объем средств будет направлен на эти цели в текущем году.

В перспективе национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» ставит целью расширение доступа субъектов малого и среднего предпринимательства к финансовым ресурсам, в том числе к льготному финансированию.

На реализацию федерального проекта **«Создание системы поддержки фермеров и развития сельской кооперации»** за 2020-2022 года планируется направить 269,5 млн. рублей, в том числе в 2020 году – 49,8 млн. рублей, 2021 году – 98,4 млн. рублей, 2022 году – 121,3 млн. рублей. В субъекты МСП, осуществляющие деятельность в сфере сельского хозяйства, за три года планируется привлечь 993 человека.

В рамках федерального проекта **«Расширение доступа субъектов малого и среднего предпринимательства к финансовым ресурсам, в том числе к льготному финансированию»** планируется направить в 2020-2022 годах 134,1 млн. рублей, в том числе в 2020 году – 12,1 млн. рублей, 2021 году – 25,2 млн. рублей, 2022 году – 96,8 млн. рублей. Средства будут адресованы на поддержку 1186 субъектов малого и среднего предпринимательства, планируется выдать около 1395 микрозаймов за 3 года.

На реализацию федерального проекта **«Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства»** за три года будет направлено 489,4 млн. рублей, в том числе в 2020 году – 53,3 млн. рублей, 2021 году – 89,9 млн. рублей, 2022 году – 346,2 млн. рублей. Поддержку получают 4 093 субъектов МСП и самозанятых граждан.

В рамках федерального проекта **«Популяризация предпринимательства»** расходы составят 24,6 млн. рублей, в том числе в 2020 году – 6,8 млн. рублей, 2021 году – 6,8 млн. рублей, 2022 году – 10,5 млн. рублей. Планируется вовлечение 3 336 физических лиц в предпринимательскую деятельность и содействие созданию собственного бизнеса для каждой целевой группы, включая поддержку создания сообществ начинающих предпринимателей и развитие института наставничества на территории Белгородской области.

Практика показывает, что для успешного развития предпринимательства необходимо выполнение некоторых условий, способствующих этому. К таким условиям относятся:

- ясная и непротиворечивая нормативно-правовая база;
- поддержка государства;
- доступные кредиты под небольшие проценты;
- приемлемый уровень налогов [7].

Намечены следующие перспективные направления инновационного развития Белгородской области:

- переход к новой модели развития «зелёной экономики»;
- развитие человеческого потенциала;
- структурная диверсификация экономики на основе инновационного технологического развития, рационального природопользования, ресурсосбережения и энергоэффективности;
- закрепление и расширение конкурентных преимуществ в традиционных сферах народного хозяйства с учётом требований «зелёной экономики» (аграрный сектор, переработка природных ресурсов) [12];
- расширение и укрепление внешнеэкономических позиций, повышение эффективности участия в общероссийском и мировом разделении труда;
- создание высококонкурентной институциональной среды, стимулирующей предпринимательскую активность и привлечение капитала в экономику.

Дальнейшее развитие малого инновационного предпринимательства невозможно без продуманной государственной поддержки, без системы стимулирования инновационной дея-

тельности малого предпринимательства [6]. В Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года [2] разработаны основные инструменты по реализации политики в сфере развития малого и среднего предпринимательства на региональном и муниципальном уровнях, выполнение которых будет способствовать развитию малых предприятий и выравниванию межрегиональных различий в развитии малого инновационного бизнеса.

На данный момент с уверенностью можно сказать, что процветание этого сектора малого предпринимательства будет способствовать эффективному и стабильному экономическому развитию нашей страны в будущем.

Библиография

1. Российская Федерация. Законы. Об инвестиционной деятельности и инновационной политике на территории Белгородской области № 296 от 01 октября 2009 года (с изменениями на: 27.04.2018г) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
2. Российская Федерация. Распоряжение Правительства РФ. Об утверждении Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года (вместе с «Планом мероприятий («дорожной картой») по реализации Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года» от 02.06.2016 № 1083-р (ред. от 30.03.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
3. Добрунова А.И., Лебедь В.Н., Простенко А.Н., Иголка Е.А. Сущность и место крестьянских (фермерских) хозяйств в развитии аграрного бизнеса и сельских территорий России/ Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). С.95-106.
4. Золотарёва О.И., Золотарев С.Н. К вопросу развития малого бизнеса в Белгородской области. В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 325-326.
5. Золотарева О.И., Золотарев С.Н. Мероприятия, направленные на повышение финансовой устойчивости сельскохозяйственной организации// Материалы XXIII международной научно-производственной конференции. 2019. С. 203-205.
6. Золотарева О.И., Золотарев С.Н. К вопросу повышения государственного регулирования в сфере малого и среднего предпринимательства. В сборнике: Управленческие и маркетинговые аспекты развития субъектов АПК и агропродовольственного рынка Материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 45-летию кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. - 2016. С. 42-46.
7. Кучерявенко С. А. Тенденции развития малого предпринимательства Белгородской области [Текст] / С. А. Кучерявенко, Е. А. Ковалева // Молодой ученый. 2013. №8. С. 205-210.
8. Основные итоги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belregion.ru/documents/приложение%201.do>
9. 9. Программа и модель развития сектора натуральной продукции в Белгородской области. Методические рекомендации. / А.В. Турьянский, В.И. Ужик, А.И. Добрунова, А.Ф. Дорофеев. – Белгород: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия», 2011. 112 с.
10. Россия в Глобальном инновационном индексе – 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://issek.hse.ru/data/2019/07/24/1481491446/NTI_N_137_24072019.pdf
11. Стряжкова Е.А., Джемали О. Развитие инновационной экономики в Белгородской области. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №8. С.219-224.
12. Турьянский А.В. Предложения по уточнению целевых показателей развития сельских территорий / А.В. Турьянский, В.Л. Аничин, А.И. Добрунова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 8. С. 38-42.

References

1. Of The Russian Federation. Laws. On investment activity and innovation policy in the territory of the Belgorod region No. 296 dated October 01, 2009 (as amended on: 27.04.2018) [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.consultant.ru>
2. Of The Russian Federation. Order Of the government of the Russian Federation. About approval of strategy of development of small and medium enterprises in the Russian Federation for the period up to 2030 (along with the "Plan of measures (road map) for implementation of the Strategy of development of small and medium enterprises in the Russian Federation for the period till 2030" from 02.06.2016 No. 1083-R (edition of 30.03.2018) [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.consultant.ru>
3. Dobrunova A. I., Lebed V. N., Prostenko A. N., Igolka E. A. the Essence and place of peasant (farm) farms in the development of agricultural business and rural territories of Russia / Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2019. No. 1 (21). Pp. 95-106.
4. Zolotareva O. I., Zolotarev S. N. On the issue of small business development in the Belgorod region. In the

collection: Problems and prospects of innovative development of agricultural technologies Materials of the XX International scientific and production conference. 2016. Pp. 325-326.

5. Zolotareva O. I., Zolotarev S. N. Measures aimed at improving the financial stability of an agricultural organization// Materials of the XXIII international scientific and industrial conference. 2019. Pp. 203-205.

6. Zolotareva O. I., Zolotarev S. N. on the issue of increasing state regulation in the sphere of small and medium-sized businesses. In journal: Managerial and marketing aspects of the development of agribusiness entities and agricultural market materials of the interregional scientific-practical conference, which is dedicated to the 45th anniversary of the Department of management and marketing in agribusiness of the Voronezh state agricultural UNIVERSITY.2016. P. 42-46.

7. Kucheryavenko S. A. Tendencies of development of small business in the Belgorod region [Text] / S. A. Kucheryavenko, E. A. Kovalyova // The Young scientist. 2013. no. 8. Pp. 205-210.

8. Main results [Electronic resource]. – Access mode::<https://belregion.ru/documents/приложение%201.doc>

9. Russia in the Global innovation index-2019 [Electronic resource]. – Mode of access: https://is-sek.hse.ru/data/2019/07/24/1481491446/NTI_N_137_24072019.pdf

10. Program and model for the development of the natural products sector in the Belgorod region. Methodical recommendations. / A. V. Turyansky, I. V. Uzhik, A. I. Dobrunova, A. F. Dorofeev. Belgorod: Federal state educational institution of higher professional education "Belgorod state agricultural Academy", 2011. 112 p.

11. Stryabkova E. A., Dzhemali O. Development of innovative economy in the Belgorod region. Bulletin of the Belgorod state technological University named after V. G. Shukhov. 2017. no. 8. Pp. 219-224.

12. Turyansky A.V. Proposals for clarifying the target indicators of rural development / A.V. Turyansky, V. L. Anichin, A. I. Dobrunova // Economics of agricultural and processing enterprises, 2017, № 8, Pp. 38-42.

Сведения об авторах

Простенко Александр Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.+79103231549, e-mail: prostenko_an@bsaa.edu.ru

Добрунова Алина Ивановна, кандидат социологических наук, доцент кафедры экономики ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.+789103225725, e-mail: dobrunova@mail.ru

Золотарёва Оксана Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.+79056752256, e-mail: savateevaoksana@mail.ru

Information about authors

Prostenko Alexander Nikolaevich, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state UNIVERSITY named after V. ya. Gorin, 1 Vavilova str., Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+79103231549, e-mail: prostenko_an@bsaa.edu.ru

Dobrunova Alina Ivanovna, candidate of sociological sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state UNIVERSITY named after V. ya. Gorin, 1 Vavilova str., Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+79103225725, e-mail: dobrunova@mail.ru

Zolotareva Oksana Ivanovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state UNIVERSITY named after V. ya. Gorin, 1 Vavilova str., Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+79056752256, e-mail: savateevaoksana@mail.ru

Руководство для авторов

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3–1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см (не задавать пробелами), формат – книжный. Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200–250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и (или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затемнение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3 - Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключения составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

Порядок представления материалов

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:

Пастухов Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,
Колесников Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru
тел. +7 908 783-88-92.

Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:

Лицуков Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,
Муравьев Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru
тел. +7 951 142-75-77.

Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:

Наседкина Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,
Груздова Людмила Николаевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: konf.econom@yandex.ru
тел. +7 919 229-09-96.

Пример оформления статьи

УДК 633.11(470.325)

В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова, И.В. Кулишова

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации (не менее 250 слов, 2000 знаков).

Ключевые слова: ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова (не менее 5)

FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation.

Keywords: keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной статьи.....
(текст).....
(текст).....
(текст).....

Таблица 1 - Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га (2016-2017 г.г.)

Библиография

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

References

и на английском языках.

Сведения об авторах

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26

Кулишова Ирина Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Guidelines for authors

Results of open scientific researches in the field of agricultural science and equipment, materials about results of innovative development and projects of the enterprises and firms of various forms of ownership, inventions, materials of conferences, exhibitions and competitions are published in the Journal.

The contents of articles are reviewed (according to Journal's content) for topic relevance, clearness and statement logicity, the scientific and practical importance of the considered problem and novelty of the proposed author's solutions.

The total amount of the publication is decided by the amount of typographical units with interspaces. The recommended range of values makes from 12 thousand to 40 thousand typographical units with interspaces (0,3 – 1,0 printed pages). Materials which volume exceeds 40 thousand typographical units may be also accepted to the publication after preliminary agreement with editorial body. In case of impossibility of such materials replacement within one article, they may be published (with the author consent) in parts, in each subsequent (next) issue of the Journal.

Articles must be issued on sheets A4, printed type must be Times New Roman, size must be 12 pt; for registration of tables titles, drawings, charts, block diagrams and other illustrations - Times New Roman, usual, size is 10 pt; for notes and footnotes - Times New Roman, usual, size 10 pt. For registration of the bibliography, data on authors, summaries and keywords the size is 10 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 1,00 cm (without interspaces), a format is a book. If article was or will be sent to another edition it is necessary to report to our editions.

During materials preparation you may not to use an automation equipment of documents (headlines, automatically filled forms and fields, dates) which can influence change of formats of data and reference values.

Article registration

In the left top corner from the paragraph article UDC is printed (check a correctness of the chosen UDC on the site of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information or in cooperation with the bibliographer of the founder of Journal by tel. +7 4722 39-27-05).

Below, after interspaces, at the left from the paragraph are full name of the author(s), semi boldface italics. Further, after interspaces, in the center of a line is article title (the name of article has to reflect the main idea of the executed research and should be as short as possible) and it prints with capital letters.

Then with a new paragraph one places a summary (issued according to requirements imposed to papers and summaries of GOST 7.9-95, GOST 7.5-98, GOST P 7.0.4-2006 of 200 – 250 words (no more than 2000 signs), from the new paragraph one provides keywords.

Further it is necessary to place in English: article title, summary (Abstract), keywords.

Next after interspaces is the text of article, the bibliography (the bibliographic description is provided according to GOST P 7.0.5-2008 "Bibliographic reference") and its option in English (References). By drawing up descriptions in English it is recommended to use the international Harvard standard taking into account that authors full name of Russian-speaking sources, article titles are transliterated (according to rules of System of Library of the Congress of the USA – LC), after that in square brackets is translation of publication title, further is given its output data (in English or transliteration, without reductions and abbreviations).

Further there are data about authors, which include a surname, a name and a middle name; academic degree, academic status (now); post or profession; a place of work (study) – full name of organization, including structural division (chair, faculty, department, management, department, etc.), and their full postal address, contact information – telephone and (or) the e-mail address, and also other data on the author's discretion which will be used for article's replacement in the Journal and on the informational website of publishing house. In collective works (articles, reviews, researches) of data of authors are brought in the sequence accepted by them. Further information about authors in English.

The main text of the published material (article) is provided in Russian or English. The text of the published work has to contain: introduction, main part and conclusion. The volume of each of parts is defined by the author. Then it is necessary to detail a problem, carry out the analysis, prove the chosen decision, and give the sufficient bases and proofs confirming ones reliability. In conclusion the author formulates the generalized conclusions, the main recommendations or offers; forecasts and(or) prospects, opportunities and their application area.

For highlighting of the most important concepts, conclusions is used the bold-face type and italics. It is not allowed to apply underlining of the main text, references and notes, and also its allocation (coloring, illumination) a color marker.

The author's text can be accompanied by monochrome drawings, tables, schemes, photos, schedules, charts and other graphic objects. In this case the corresponding references to illustrations are given in the text. Drawings titles and headings of tables are obligatory.

Illustrations in the form of schemes, charts, schedules, photos and others (except tables) images are considered as drawings. Drawing title is under it in the middle of a line. For example: "Fig. 1. Obtaining hybrid cells".

During tables preparation you can use only book orientation of the table. Table title is over it, in the center. For example: "Table 3 - The breed standard in live weight of breeding heifers".

The illustrations used in the text in addition are provided in edition in the form of separate files of high quality, the TIFF format (with the resolution of 300 dpi) or EPS, all fonts have to be transferred to curves. The exception is made by the schedules, schemes and charts executed directly in the Word program in which the text file or Excel is provided. It is not required to provide them in the form of different files.

Mathematical formulas should be written in the form of Microsoft Equation or Microsoft MathType editor. The formulas, which are written in other editors and in the form of drawings, are not accepted. All designations of sizes in formulas and tables must be explained in the text.

In case of citing or using any provisions from other works one should give references to the author and a source from which material in the form of the sending concluded in square brackets [1]. All references must be listed by the author in the general list (bibliography) issued in the form of endnote bibliographic references in the end of article where the full list of the used sources is provided. Do not use intra text and interlinear bibliographic references in articles.

Order of materials representation

Authors provide the following materials in edition (responsible secretaries of the appropriate thematic sections):

– article in printed form, without hand-written inserts, on one party of a standard sheet, signed on the last sheet by all authors,

– article in electronic form, each article has to be in the different file, the surname of the original author titles the file,

– data about authors (in a printing and electronic versions) – the questionnaire of the author,

– the review of article signed (doctor of science) and certified by the press

– graduate students provide the reference confirming a study place.

On condition of implementation of formal requirements to materials for the publication the article manuscript provided by the author is reviewed according to an established order of reviewing of the manuscripts, which are coming to editorial office of the Journal. The decision on expediency of the publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy chief editors), and if it is necessary by an editorial board in general. The editorial board sent to the author of the unaccepted manuscript a motivated refusal.

The payment for the manuscripts publication is not charged from graduate students.

E-mail addresses of responsible secretaries of thematic sections are given below:

Thematic section “Agricultural Engineering and Energy Efficiency”:

Pastukhov Alexander Gennadievich, Dr. of Tech. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Kolesnikov Alexander Stanislavovich, Cand. Tech. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru

Tel. +7 908 783-88-92.

Thematic section “Innovative Technologies in Agronomy”:

Litsukov Sergey Dmitriyevich, Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Muravyov Alexander Alexandrovich, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru

Tel. +7 952 142-75-77.

Thematic section “Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village”:

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Gruzdova Lyudmila Nikolaevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: konf.econom@yandex.ru

Tel. +7 919 229-09-96.

Example of registration of article

UDC 633.11(470.325)

V.V. Smirnova, N.A. Sidelnikova, I.V. Kulishova

FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation (not less than 250 words).

Keywords: keywords, keywords, keywords, keywords, keywords (not less than 5 keywords).

Text.....

Table 1 - The breed standard in live weight of breeding sows

References

1. Smirnova V.V. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' sortov ozimoy pshenicy, tekhnologicheskie kachestva zerna i ih izmenenie pri hranenii: avtoreferat dis. ... kand.s.-h. nauk: 06.01.09 / Smirnova V.V.; BelGSKHA. – Belgorod, 2007. – 19 s.
2. Sidel'nikova N.A. Sovershenstvovanie intensivnyh tekhnologij vozdeleyvaniya zernovyh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnyh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.