



Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№3 (27) 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 агропромыш-
ленного комплекса России и зарубежья, предлагаются пути их решения*

Издаётся с 2013 года

Выходит один раз в квартал

**Выпуск 3 (27)
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;
Скuryтин Н.Ф., д. тех. н., профессор;
Смуров 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)

Редактор **Потапов Н.К.**

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка **Потапов Н.К.**

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 29.09.2020 г., дата выхода в свет – 10.10.2020 г.

Усл. п.л. 25,5. Тираж 1000 экз. Заказ № 1720. 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>

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2020.

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 3 (27)
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;	Lomazov V.A. , Dr. Phys.-math. Sci., prof.;
Andrianov E.A. , Dr. Agr. Sci., professor;	Medeliyeva Z.P. , Dr. Econ. Sci., professor;
Anichin V.L. , Dr. Econ. Sci., professor;	Muravyov A. A. , Cand. Agri. Sci., as. prof.;
Afonichev D.N. , Dr. Tech. Sci., professor;	Myazin N.G. , Dr. Agr. Sci., professor;
Babintsev V.P. , Dr. Phil. Sci., professor;	Nasedkina T.I. , Dr. Econ. Sci., professor;
Vendin S.V. , Dr. Tech. Sci., professor;	Naumkin V.N. , Dr. Agr. Sci., professor;
Gruzdova L.N. , Cand. Econ. Sci., as. prof.;	Pastukhov A.G. , Dr. Tech. Sci., professor;
Gurin A.G. , Dr. Agr. Sci., professor;	Polivaev O.I. , Dr. Tech. Sci., professor;
Demidova A.G. , Cand. Agr. Sci., as. prof.;	Rastopchina Y.L. , Cand. Econ. Sci., as. prof.;
Zaporozhtseva L.A. , Dr. Econ. Sci., professor;	Saenko Yu.V. , Dr. Tech. Sci., professor;
Kolesnikov A.S. , Cand. Tech. Sci., as. prof.;	Sidorenko O.V. , Dr. Econ. Sci., as. prof.;
Kolomeichenko A.V. , Dr. Tech. Sci., professor;	Skuriatin N.F. , Dr. Tech. Sci., professor;
Kotliarova E.G. , Dr. Agr. Sci., professor;	Smurov S.I. , Cand. Agr. Sci.; as. prof.;
Kotsareva N.V. , Dr. Agr. Sci., as. prof.;	Siolyarov O.V. , Dr. Agr. Sci., professor;
Lebedev A.T. , Dr. Tech. Sci., professor;	Stupakov A.G. , Dr. Agr. Sci., professor;
Litsukov S.D. , 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)

Executive editor **Potapov N.K.**

Design layout and computer-aided makeup **Potapov N.K.**

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 29.09.2020, date of publication 10.10.2020.

Conventional printed sheet 25,5. Circulation 1000 copies Order № 1720. 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](http://polyterra.ru)

© Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «Belgorod State Agricultural
University named after V. Gorin», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, А.Ф. Окунев</i> К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ СУШИЛКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	9
<i>С.В. Вендин, С.В. Соловьёв, С.В. Килин, А.О. Яковлев</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МУЛЬТИТРОСОВОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.....	17
<i>А.А. Веселовский</i> ПОВЫШЕНИЕ АБРАЗИВНОЙ СТОЙКОСТИ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ АПК ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ.....	37
<i>А.А. Добрицкий</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУШИЛКИ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....	43
<i>А.Г. Лагузин, М.Ю. Карелина, С.М. Гайдар, А.Г. Пастухов</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	53
<i>А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев</i> СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИНТОВОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ.....	62
<i>Д.В. Лебедев, Е.А. Рожков, М.И. Пивоваров, В.А. Лебедева</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОПЧЕНЫХ СЫРОВ.....	67
<i>Н.А. Рыбалкин, А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ В ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ.....	78
<i>А.В. Сахнов</i> РАЗРАБОТКА РАЗЪЁМНОГО ЗАЩИТНОГО ГОФРИРОВАННОГО ЧЕХЛА.....	84
<i>Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, Р.Ю. Соловьёв, О.О. Багринцев</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УПРОЧНЕННЫХ ИЗНОСОСТОЙКИМИ МАТЕРИАЛАМИ НОЖЕЙ СКОРОСТНЫХ ПЛУГОВ.....	90

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>А.С. Бушнев, С.П. Подлесный, Г.И. Орехов, Ю.В. Мамырко, Т.Н. Лучкина</i> ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ГЕРБИЦИДАМИ МАГНУМ И МИУРА.....	97
<i>Т.С. Морозова, С.Д. Лицуков, В.И. Желтухина, Л.А. Ефимова</i> АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР.....	105
<i>Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, И.Е. Романцова</i> СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	114

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<i>В.Л. Анчин, Г.И. Худобина, Н.Ю. Яковенко</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	122
<i>В.Л. Анчин, А.И. Худобин</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА.....	135
<i>И.В. Ваццейкин</i> КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГИОНОВ ЦФО ПО СТРУКТУРЕ РЫНКОВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК.....	141
<i>Е.А. Голованева, Ж.А. Божченко, Е.А. Базовкина</i> МАТРИЧНЫЙ ПОДХОД ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	146
<i>Ю.А. Китаёв</i> МЕСТО МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В ЭКОНОМИКЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА.....	157
<i>Т.И. Наседкина, Л.Н. Груздова</i> АНАЛИЗ ДОХОДНОСТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ.....	164
<i>Л.А. Решетняк</i> ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТЧЕТА О ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ДЛЯ УПРАВЛЕНЦЕВ.....	172
<i>Н.С. Смурова</i> ОЦЕНКА БОГАТСТВА РЕГИОНА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗВИТИЕМ.....	181
<i>М.А. Холодова</i> НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ.....	187
НАШИМ АВТОРАМ.....	199

CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>S.V. Vendin, Yu.V. Saenko, A.F. Okunev</i> TO THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE SPROUTED GRAIN DRYER.....	9
<i>S.V. Vendin, S.V. Solovov, S.V. Kilin, A.O. Iakovlev</i> MODELING OF CORONA DISCHARGE WHEN USING MULTI CABLE LIGHTNING PROTECTION.....	17
<i>A.A. Veselovsky</i> INCREASING THE ABRASIVE RESISTANCE OF CAST IRON PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY AND MECHANISMS BY DIFFUSION METALLIZATION.....	37
<i>A.A. Dobrickiy</i> DETERMINATION OF THE PERFORMANCE OF THE DRYER FOR HIGH-MOISTURE SEEDS OF MELONS CROP.....	43
<i>A.G. Laguzin, M.Yu.Karelina, S.M. Gaidar, A.G. Pastukhov</i> IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY OF ENGINES INTERNAL COMBUSTION IN OPERATING CONDITIONS.....	53
<i>A.T. Lebedev, R.V. Pavlyuk, A.V. Zakharin, P.A. Lebedev</i> SCREW RESTORATION METHOD CYLINDER SPRING.....	62
<i>D.V. Lebedev, E.A. Rozhkov, M.I. Pivovarov, V.A. Lebedeva</i> RESEARCH ON THE EFFICIENCY OF OPTOELECTRONIC ANALYSIS AND CONTROL OF SMOKED CHEESE PRODUCTION.....	67
<i>N.A. Rybalkin, A.T. Lebedev, R.V. Pavlyuk</i> IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF MIXING FODDER IN A VALVE MIXER.....	78
<i>A.V. Sakhnov</i> DEVELOPMENT OF A SPLIT PROTECTIVE CORRUGATED COVER.....	84
<i>N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, R.Yu. Soloviev, O.O. Bagrintsev</i> RESULTS OF PERFORMANCE TESTS OF HARDENED WORKING ELEMENTS OF HIGH-SPEED PLOWS.....	90

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>A.S. Bushnev, S.P. Podlesny, G.I. Orekhov, Yu.V. Mamyrko, T.N. Luchkina</i> CHEMICAL PROTECTION OF OIL FLAX FROM WEEDS WITH MAGNUM AND MIUR HERBICIDES.....	97
<i>T.S. Morozova, S.D. Litsukov, V.I. Zheltukhina, L.A. Efimova</i> AGROECOLOGICAL ASPECTS OF FERTILIZER APPLICATION IN THE CROP ROTATION OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE CCR.....	105
<i>N.V. Shiryaeva, A.V. Shiryaev, L.N. Kuznetsova, I.E. Romantsova</i> STRUCTURAL STATE OF SOIL IN CROPS OF DIFFERENT VARIETIES WINTER WHEAT.....	114

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

<i>V.L. Anichin, G.I. Khudobina, N.Yu. Yakovenko</i> PROSPECTS FOR IMPLEMENTING LEAN PRODUCTION ELEMENTS IN THE PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEM OF AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES.....	122
<i>V.L. Anichin, A.I. Khudobin</i> ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT EFFICIENCY OF THE REGIONAL ECONOMIC SPACE.....	135
<i>I.V. Vashcheikin</i> CLASSIFICATION OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS BY THE STRUCTURE OF PUBLIC PROCUREMENT MARKETS.....	141
<i>E.A. Golovanova, J.A. Bojchenko, E.A. Basovkina</i> MATRIX APPROACH FOR INTEGRATED PERFORMANCE ASSESSMENT AGRICULTURE ORGANIZATION.....	146
<i>Yu.A. Kitaev</i> PLACE OF DAIRY CATTLE IN THE ECONOMY AGRICULTURE REGION.....	157
<i>T.I. Nasedkina, L.N. Gruzdova</i> PROFITABILITY ANALYSIS AS A MANAGEMENT TOOL ORGANIZATION.....	164
<i>L.A. Reshetnyak</i> INFORMATION AND ANALYTICAL VALUE OF THE FINANCIAL RESULTS REPORT FOR INTERNAL AND EXTERNAL USERS.....	172
<i>N.S. Smurova</i> ASSESSMENT OF THE REGION'S WEALTH IN THE REGIONAL SPATIAL DEVELOPMENT MANAGEMENT SYSTEM.....	181
<i>M.A. Kholodova</i> SCIENTIFIC BASIS OF PLANNING METHODOLOGY AND FORECASTING THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE ECONOMY.....	187
OUR REVIEWERS.....	199

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 631.363:636.086.5

С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, А.Ф. Окунев

К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ СУШИЛКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Аннотация. В связи с переходом сельскохозяйственных товаропроизводителей на производство экологически чистой продукции, актуальна проблема замены искусственных витаминов на естественные. В процессе эволюции животные приспособились к поеданию зелёных растений. При выращивании свиней промышленным способом применяют концентратный тип кормления. Один из способов получения естественных витаминов – проращивание зерна. Зоотехниками установлено, что для более полного усвоения пророщенное зерно нужно выдавать одновременно с комбикормом в виде кормовой смеси. Чтобы пророщенное зерно не испортилось его необходимо выдать в корм животным в течение полутора, двух часов. Такие особенности ограничивают использование пророщенного зерна на производстве. Чтобы сохранить свойства пророщенного зерна на более длительный промежуток времени предлагаем произвести его сушку. Геометрические размеры, плотность и физико-механические свойства самого зерна и ростков неодинаковы, поэтому традиционный конвективный способ сушки зерна не совсем применим – сушка зерна только горячим воздухом не позволяет получить нужный результат, потому, что ростки будут сильно высушены, а влажность зерновки снизится незначительно. Особенности сушиллки состоят в том, что удаление влаги выполняют последовательно различными способами. Вначале нагрев зерна осуществляют инфракрасными лампами, затем влагу с поверхностных слоев зерна удаляют конвективным способом. Чтобы увеличить влагоемкость агента сушки предлагаем удалять влагу из воздуха перед поступлением в сушилку. Приведен расчет конструктивно-технологических параметров конвейерной сушиллки пророщенного зерна. На основе материального и теплового баланса получена зависимость между количеством теплоты необходимой для сушки пророщенного зерна и изменением влажности продукта. Установлено, что с увеличением исходной влажности и уменьшением конечной влажности пророщенного зерна при сушке удельный расход топлива возрастает, а с увеличением производительности сушиллки удельные затраты массы условного топлива [кг/кг] на единицу массы сырого пророщенного зерна существенно снижаются. Предложенная методика расчета может быть использована при оценке конструктивно-технологических параметров конвейерных сушилок для сушки влажного материала на ленте.

Ключевые слова: пророщенное зерно, влажность, температура, расход топлива.

TO THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE SPROUTED GRAIN DRYER

Abstract. In connection with the transition of agricultural producers to the production of environmentally friendly products, the problem of replacing artificial vitamins with natural ones is urgent. In the process of evolution, animals have adapted to eating green plants. When raising pigs in an industrial way, a concentrate type of feeding is used. One way to get natural vitamins is by germinating grain. Zootechnicians have found that for a more complete assimilation, sprouted grain must be dispensed simultaneously with compound feed in the form of a feed mixture. So that the sprouted grain does not deteriorate, it must be given to the animal feed within one and a half, two hours. Such features limit the use of sprouted grain in production. To preserve the properties of sprouted grain for a longer period of time, we suggest drying it. The geometrical dimensions, density and physical and mechanical properties of the grain itself and the sprouts are not the same, therefore the traditional convective method of grain drying is not entirely applicable - drying the grain only with hot air does not allow obtaining the desired result, because the sprouts will be highly dried, and the moisture content of the caryopsis will decrease slightly. Features of the dryer are that moisture removal is carried out sequentially in different ways. First, the grain is heated with infrared lamps, then moisture is removed from the surface layers of the grain by convection. To increase the moisture content of the drying agent, we suggest removing moisture from the air before entering the dryer. The calculation of the design and technological parameters of the conveyor dryer for germinated grain is presented. Based on the material and heat balance, a relationship was obtained between the amount of heat required for drying the germinated grain and the change in the moisture content of the product. It has been found that with an increase in the initial moisture content and a decrease in the final moisture content of germinated grain during drying, the specific fuel consumption increases, and with an increase in the dryer performance, the specific consumption of the equivalent fuel mass [kg / kg] per unit mass of raw germinated grain decreases significantly. The proposed calculation method can be used to assess the design and technological parameters of conveyor dryers for drying wet material on a belt.

Keywords: sprouted grain, humidity, temperature, fuel consumption.

Эффективное промышленное выращивание свиней невозможно без обеспечения их полноценными обогащенными витаминами кормами. В настоящее время производством витаминной травяной муки хозяйства практически не занимаются из-за высокой стоимости энергоресурсов [1, 2].

Одним из простых и доступных способов повышения витаминной полноценности кормов может быть добавление в рацион животным пророщенного зерна ячменя [1, 2].

По данным многих ученых при проращивании в зерне увеличивается содержание макро- и микроэлементов, каротина, витаминов А, С, Е [2].

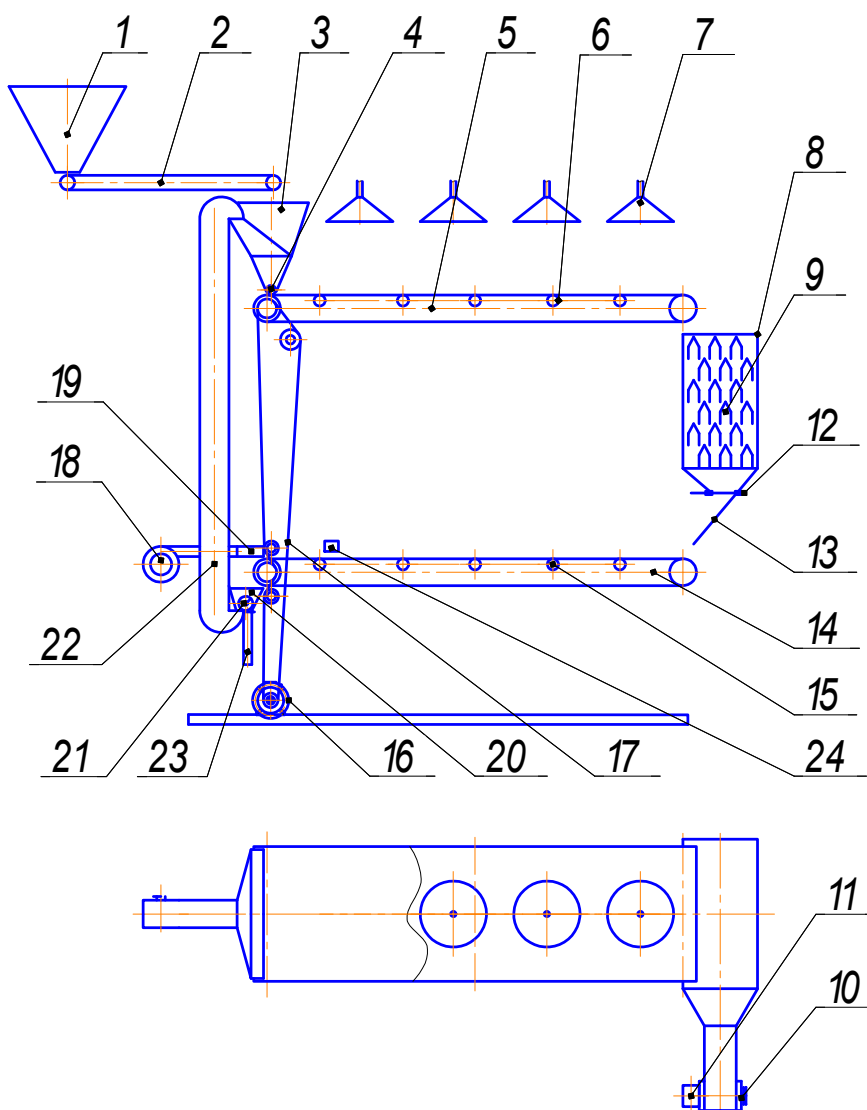
При использовании пророщенного зерна повышается поедаемость кормов и увеличивается усвояемость питательных веществ, т.к. в процессе проращивания зерна активизируются ферменты, которые превращают сложные питательные вещества в простые соединения, легко усвояемые в организме молодняка.

При длительном хранении (более 4-5 часов) пророщенного зерна влажностью 56-60% оно начинает покрываться плесенью и гнить. Поэтому его необходимо скармливать в первые часы после проращивания. Для продления срока хранения пророщенного зерна, его необходимо высушить до влажности 14 % [3, 4].

Разработана технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна [5]. В этой технологической линии предлагается проводить сушку пророщенного зерна с последующим хранением готового продукта [1, 6].

Используемая в линии конвейерная сушилка выполнена в виде ленточных транспортеров. Над верхним ленточным транспортером смонтированы инфракрасные лампы. После ленточного транспортера установлена сушильная шахта с установленными внутри коробами (рисунок 1) [6, 7].

В загрузочный бункер 1 засыпают пророщенное зерно. Затем из загрузочного бункера 1 посредством ленточного транспортёра 2 пророщенное зерно подают в бункер-накопитель 3. С помощью распределительного шнека 4 пророщенное зерно распределяют по ширине бункера-накопителя 3. Затем пророщенное зерно подают на верхнюю ветвь верхнего ленточного транспортёра 5. Во время подачи пророщенного зерна на верхний ленточный транспортёр 5 с помощью мотора-редуктора 16 с цепной передачей 17 перемещают верхний ленточный транспортёр 5 до тех пор, пока пророщенное зерно не распределит по всей длине верхнего ленточного транспортёра 5. С помощью инфракрасных ламп 7 нагревают пророщенное зерно, которое расположено на ленте верхнего ленточного транспортёра 5. В процессе нагрева поверхности пророщенного зерна влага с внутренней части поднимается к поверхности пророщенного зерна. Затем включают мотор-редуктор 16 и при помощи цепной передачи 17 перемещают верхний ленточный транспортёр 5 и нагретое пророщенное зерно перемещают в сушильную шахту 8. С помощью вентилятора 10 атмосферный воздух протягивают через фильтр-осушитель 11 и подают в короба 9. Сухой атмосферный воздух из коробов подают в сушильную шахту 8, затем в пространство между пророщенным зерном, воздух насыщают влагой с поверхности пророщенного зерна и удаляют в атмосферу. Пророщенное зерно со сниженным содержанием влаги через открытую заслонку 12 посредством самотёка 13 подают на нижний ленточный транспортёр 14. Затем мотором редуктором 16 с цепной передачей 17 перемещают ленточный транспортёр 14 до тех пор, пока не распределит пророщенное зерно по всей длине ленточного транспортёра 14. Вентилятором 18 через нагнетательный патрубок 19 подают атмосферный воздух на пророщенное зерно, которое расположено на ленточном транспортёре 14. Затем влагомером 24 измеряют влажность пророщенного зерна. Если фактическая влажность пророщенного зерна больше, чем заданная, то включают ленточный транспортёр 14 и пророщенное зерно перемещают в выгрузной бункер 20. С помощью шнека 21 пророщенное зерно перемещают к направителю потока, которым направляют пророщенное зерно на норию 22. Норией 22 направляют пророщенное зерно в бункер накопитель 3. Затем процесс сушки повторяют. Если фактическая влажность пророщенного зерна равна установленной, то включают нижний ленточный транспортёр 14 и пророщенное зерно перемещают в выгрузной бункер 20. С помощью шнека 21 пророщенное зерно перемещают к направителю потока, которым направляют пророщенное зерно в выгрузную трубу 23 на выгрузку из сушилки пророщенного зерна.



1 - бункер загрузочный; 2 – транспортер ленточный; 3 – бункер-накопитель;
 4 – шнек-распределитель; 5 – транспортер ленточный; 6 – ролик поддерживающий;
 7 – инфракрасная лампа; 8 – сушильная шахта; 9 – короб; 10 – вентилятор;
 11 – фильтр-осушитель; 12 – заслонка; 13 – самотек; 14 – транспортер ленточный;
 15 – ролик; 16- электродвигатель с редуктором; 17 – передача цепная; 18 – вентилятор; 19 – нагнетательный патрубок;
 20-бункер-выгрузной; 21 – шнек; 22- нория; 23 – труба выгрузная; 24- влагомер

Рис.1. Схема сушилки пророщенного зерна

Для расчета конструктивных и технологических параметров предлагаемой сушилки наиболее близкой является методика расчета ленточной сушилки с учетом материального и теплового балансов [8, 9].

Зерновки представляют собой гигроскопические тела, и, вследствие этого, через поверхность зерна происходит обмен влагой с окружающей средой. Количество отданной влаги зависит от ряда причин, основные из которых: температура нагрева зерновки, влажность зерновки, температура наружного воздуха, влажность наружного воздуха. Влага в зерне имеет различные формы связи: от самой прочной, обусловленной силами молекулярного сцепления, до чисто механического удержания влаги на поверхности зерна.

Процесс сушки заключается в испарении влаги с поверхности зерна в среду сушильной камеры. Необходимо обеспечить движение влаги с внутренних слоев на поверхность зерна. Теплоту, необходимую для подъема влаги из внутренних слоев на поверхность зерновки и последующего испарения влаги подводят к зерну при помощи потока инфракрасного излучения. В результате по толщине зерновки создаются перепады влагосодержания, температуры и давления под действием которых влага непрерывно подводится к поверхностному

слою. Испарение влаги осуществляют не с поверхности зерна, а из некоторой периферийной зоны. Более того, положение зоны испарения величина не постоянная: с уменьшением влажности она перемещается внутрь зерновки.

Производительность сушилки по исходному материалу рассчитаем по выражению (кг/ч):

$$G_1 = G_2 + W, \quad (1)$$

где G_2 - производительность сушилки по высушенному материалу, кг/ч;

W - количество влаги, удаляемой из сушильной камеры, кг/ч;

Для расчета теплоносителя необходимо знать количество влаги, удаляемой из сушильной камеры в единицу времени W , кг/ч.

$$W = G_1 \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1}, \quad (2)$$

где G_1 - масса сырого зерна, подаваемого в сушилку в единицу времени, кг/ч;

$W_{1,2}$ - соответственно начальная и конечная влажность пророщенного зерна (до и после процесса сушки), %;

Площадь сушильных лент конвейерной сушилки рассчитаем по выражению:

$$F = \frac{W}{m}, \quad (3)$$

где m - интенсивность испарения влаги с поверхности материала, кг/(м² ч);

С учетом влияния начальной и конечной влажности и массы сырого зерна, подаваемого в сушилку в единицу времени, площадь сушильных лент равна:

$$F = \frac{G_1}{m} \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1}, \quad (4)$$

При определении конструктивных размеров ленты сушилки ширину ленты следует полагать величиной постоянной ($b = \text{const}$).

Тогда общая длина ленты сушилки может определена из уравнения:

$$l = \frac{F}{b}, \quad (5)$$

где F - площадь сушильных лент, м²; b - ширина ленты, м;

Число лент сушилки находится из выражения:

$$z = \frac{l}{l'}, \quad (6)$$

где l' - длина одной секции сушилки, м; (определяется исходя из длины помещения в котором располагается сушилка);

Общее время сушки определяется выражением:

$$\tau = \frac{Q}{G_1}, \quad (7)$$

где Q - масса сырого продукта, кг;

Расход природного газа на подогрев воздуха можно определить из теплового баланса сушильной камеры.

Теловой баланс сушильной камеры будет равен:

$$Q_{\text{пост}} = Q_{\text{расх}}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{пост}}$ - количество теплоты, поступившей в сушильную камеру, кДж/ч;

$Q_{\text{расх}}$ - количество теплоты ушедшей из сушильной камеры, кДж/ч;

Количество теплоты, поступившей в сушильную камеру запишем в виде:

$$Q_{\text{пост}} = Q_{\text{н.в.}} + Q_{\text{инк}} + Q_{\text{в.}} + Q_{\text{п.}}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{н.в.}}$ - теплота, поступающая с наружным воздухом, кДж/ч; $Q_{\text{инк}}$ - теплота, выделяемая инфракрасной лампой, кДж/ч; $Q_{\text{в.}}$ - теплота, затраченная на нагрев воздуха, кДж/ч; $Q_{\text{п.}}$ - теплота, затраченная на нагрев продукта, кДж/ч.

Количество теплоты, ушедшей из сушильной камеры определяется выражением:

$$Q_{\text{расх}} = Q_{\text{исп}} + Q_{\text{вп}} + Q_{\text{от аг}} + Q_{\text{п}}, \quad (10)$$

где $Q_{\text{исп}}$ - теплота, затраченная на испарение воды, кДж/ч; $Q_{\text{вп}}$ - теплота, удаленная из сушильной камеры с высушенным продуктом, кДж/ч; $Q_{\text{от аг}}$ - теплота, удаленная с отработанным агентом сушки, кДж/ч; $Q_{\text{п}}$ - потери теплоты в окружающую среду, кДж/ч.

Теплоту, поступающую с наружным воздухом, рассчитаем по выражению:

$$Q_{НВ} = LJ_0, \quad (11)$$

где J_0 - энтальпия наружного воздуха, кДж/кг; L - расход сухого воздуха (агента сушки), кг/ч;
Теплоту, затраченную на нагрев воздуха, определим по формуле:

$$Q_B = Q_H^p B, \quad (12)$$

где Q_H^p - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; B - расход топлива на нагрев, кг/ч;

Теплоту, затраченную на нагрев продукта определим по формуле:

$$Q_{II} = G_1 c_1 \theta_1, \quad (13)$$

где c_1 - удельная теплоемкость сырого пророщенного зерна, кДж/(кг·К);

θ_1 - температура сырого пророщенного зерна, °К.

Теплоту, затраченную на испарение воды определим по формуле:

$$Q_{исп} = 4,19W(595 + 0,49t_2 - \theta_1), \quad (14)$$

где t_2 - температура отходящего пара, °К;

Теплоту, удаленную из сушильной камеры с высушенным продуктом, определим по формуле:

$$Q_{B II} = (G_1 - W)c_2\theta_2, \quad (15)$$

c_2 - удельная теплоемкость просушенного пророщенного зерна, кДж/(кг·К);

θ_2 - температура высушенного пророщенного зерна, °К;

Теплоту, удаленную из топки с отработанным агентом сушки, определим по формуле:

$$Q_{от аг} = LJ_2, \quad (16)$$

где J_2 - энтальпия отработанного агента сушки, кДж/кг;

Потери теплоты из сушильной камеры в окружающую среду определим по формуле:

$$Q_{II C} = 0,15Q_{исп}, \quad (17)$$

С учетом уравнений (11-17) и уравнения (8) и получаем выражение для определения расхода топлива на сушку:

$$B = \frac{1}{Q_{Н.Р.}} \{L(J_2 - J_0) + G_1[4,82\beta(595 + 0,49t_2 - \theta_1) + c_2\theta_2(1 - \beta) + c_1\theta_1]\}, \quad (18)$$

где β - коэффициент учитывающий влажность материала, $\beta = \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2}$, %;

Удельные затраты массы условного топлива [кг/кг] на единицу массы сырого пророщенного зерна определим по формуле:

$$b_y = \frac{B}{G_1}, \quad (19)$$

С учетом параметров сушки и теплофизических свойств продукта по выражениям (18) и (19) произведены расчеты по влиянию исходной и конечной влажности продукта на расход и удельные затраты условного топлива на сушку. При этом в расчетах принимались следующие значения: Q_H^p - низшая рабочая теплота сгорания топлива (природного газа), 42167,3 кДж/кг; L - расход сухого воздуха (агента сушки), 64975 кг/ч; J_2 - энтальпия отработанного агента сушки 78 кДж/кг; J_0 - энтальпия наружного воздуха, 61,27 кДж/кг; G_1 - масса сырого зерна, подаваемого в сушилку в единицу времени, 50-1000 кг/ч; t_2 - температура отходящего пара, 343 °К; $c_{вд}$ - удельная теплоемкость воды, 4,2 кДж/(кг·К); W_1 - начальная влажность пророщенного зерна, 38-56%; W_2 - конечная влажность пророщенного зерна, 12-32%; c_1 - удельная теплоемкость сырого пророщенного зерна, 2,88 кДж/(кг·К); c_2 - удельная теплоемкость высушенного пророщенного зерна, 1,55 кДж/(кг·К); θ_1 - температура сырого пророщенного зерна, 278 °К; θ_2 - температура высушенного пророщенного зерна, 318°К.

Ниже на рисунке 2 представлена расчетная поверхность удельного расхода топлива в зависимости от конечной влажности пророщенного зерна и исходной влажности зерна при производительности сушилки по сырому зерну $G_1 = 100$ кг/ч. Расчеты показывают, что с

увеличением исходной влажности и уменьшением конечной влажности пророщенного зерна при сушке удельный расход топлива возрастает от 0,292 кг/кг ($W_1=38\%$, $W_2=32\%$) до 0,310 кг/кг ($W_1=56\%$, $W_2=12\%$)

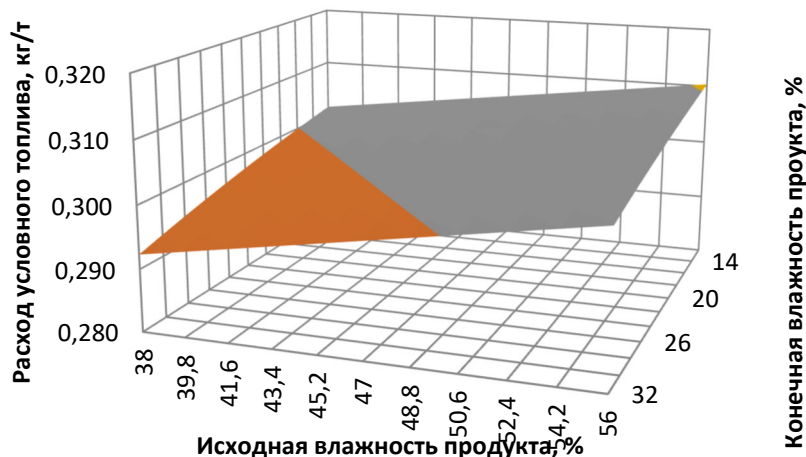


Рис. 2. Расчетная поверхность удельного расхода топлива в зависимости от конечной влажности пророщенного зерна и исходной влажности зерна

Отметим, что производительность сушилки также влияет на удельный расход топлива. Ниже на рисунке 3 представлена расчетная поверхность удельного расхода топлива в зависимости от конечной влажности пророщенного зерна и производительности сушилки по сырому зерну при исходной влажности пророщенного зерна $W_1=56\%$.

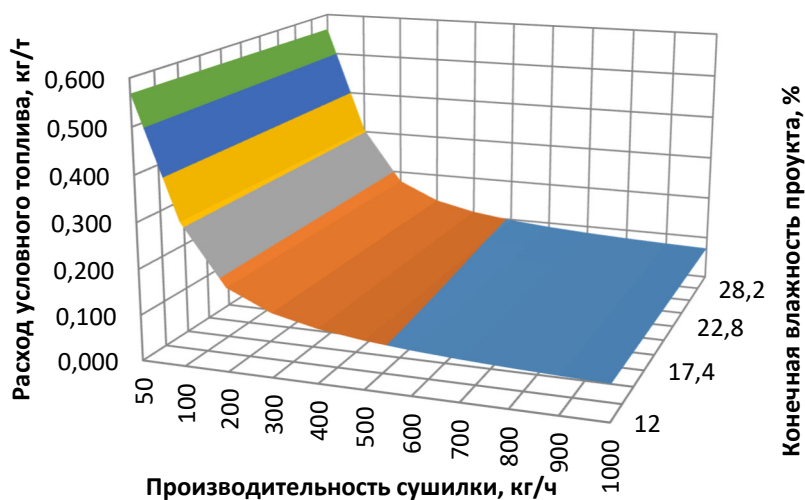


Рис. 3. Расчетная поверхность удельного расхода топлива в зависимости от конечной влажности пророщенного зерна и производительности сушилки по сырому зерну при исходной влажности пророщенного зерна $W_1=56\%$.

На рисунке 4 представлена расчетная поверхность удельного расхода топлива в зависимости от исходной влажности пророщенного зерна и производительности сушилки по сырому зерну при конечной влажности пророщенного зерна $W_2=14\%$.

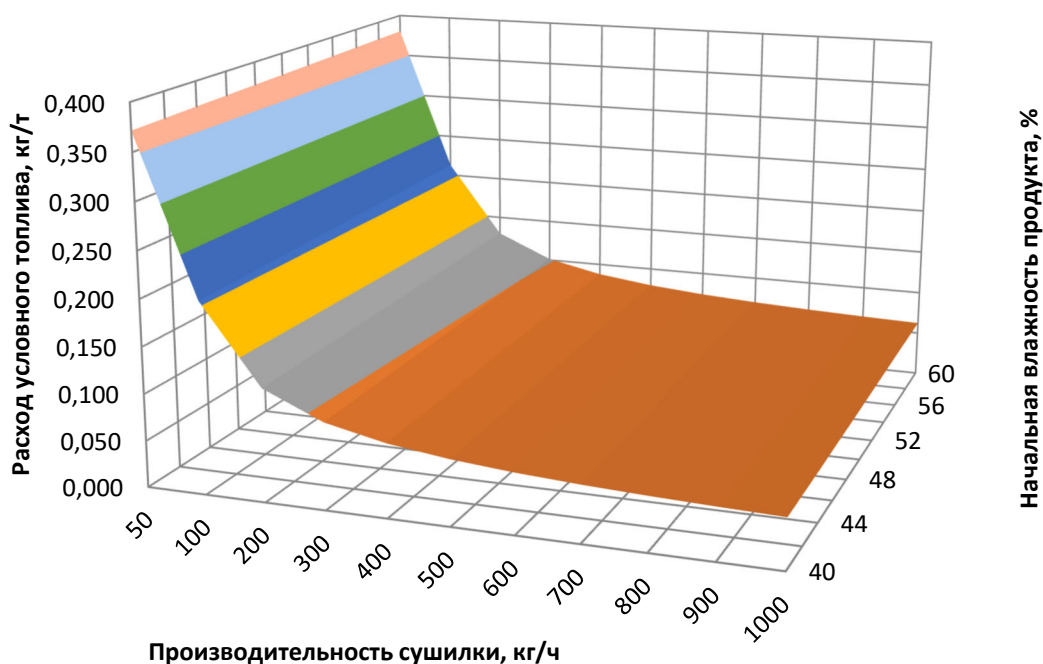


Рис. 4. Расчетная поверхность удельного расхода топлива в зависимости от исходной влажности пророщенного зерна и производительности сушилки по сырому зерну при конечной влажности пророщенного зерна $W_2=14\%$.

В целом можно отметить, что с увеличением производительности сушилки удельные затраты массы условного топлива [кг/кг] на единицу массы сырого пророщенного зерна существенно снижаются.

Выводы. На основе материального и теплового баланса получена зависимость между количеством теплоты необходимой для сушки пророщенного зерна и изменением влажности продукта. Это позволяет оценить влияние влажности на общий и удельный расход топлива.

Расчеты показывают, что с увеличением исходной влажности и уменьшением конечной влажности пророщенного зерна при сушке удельный расход топлива возрастает от 0,292 кг/кг ($W_1=38\%$, $W_2=32\%$) до 0,310 кг/кг ($W_1=56\%$, $W_2=12\%$).

Можно отметить также, что с увеличением производительности сушилки удельные затраты массы условного топлива [кг/кг] на единицу массы сырого пророщенного зерна существенно снижаются.

Предложенная методика расчета может быть использована при оценке конструктивно-технологических параметров конвейерных сушилок для сушки влажного материала на ленте.

Библиография

1. Булавин С.А. Скармливание пророщенного зерна свиньям в промышленных условиях / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко// Кормопроизводство № 8. 2014. С. 37-40.
2. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск №2: Использование пророщенного зерна в рационах свиней) Под общей редакцией Г.С. Походни. - Белгород: издательство БелГСХА, 2009. 68 с.
3. Булавин С.А. Определение оптимальных параметров и режимов сушки пророщенного зерна на витаминный корм свиньям/ С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, А.Ю. Носуленко// Вестник НГАУ №2 (31)/2014 с.138-140.
4. Саенко Ю.В. Механизация сушки сырья при производстве кормовых добавок / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, К.В. Казаков. - Майский, Белгородский ГАУ, 2019. 166 с.
5. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. - № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. - 11 с.
6. Пат. 2718107 С1 F26B 19/00 (2006.01) F26B 17/04 (2006.01) F26B 17/12 (2006.01) F26B 3/30 (2006.01) Сушилка пророщенного зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Путиенко К.Н., Окунев А.Ф. Правообладатель

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заявка № 2019134131. заявл. 14.10.2019 г. Оpubл.30.03.2020 г. Бюл. №10. 10 с.

7. Пат. 2479809 С1 F26B17/04 (2006.01) Технологическая линия для проращивания зерна, его обработки и подготовки к скармливанию / Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю. Правообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. Заявка № 2011145636 заявл. от 09.11.2011; Оpubл. 20.04.2013., Бюл. № 11. – 13 с.

8. Сажин Б.С. Основы техники сушки / Б.С. Сажин, М.: Химия, 1984. - 320 с.

9. Жидко В.И. Зерносушение и зерносушилки / Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. - М.: Колос, 1982. – 223 с.

References

1. Bulavin S.A., YU.V. Saenko Skarmlivanie proroshchennogo zerna svin'yam v promyshlennykh usloviyakh [Feeding sprouted grain to pigs in an industrial setting]// Kormoproizvodstvo №8 2014. Pp.37-40.

2. Pohodnya G.S. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy: Sbornik nauchnykh trudov nauchnoy shkoly professor. G.S. Pohodni [Pig production and pork production technology: Collection of scientific papers of the scientific school of Professor G.S. Pohodni]. (Special'nyj vypusk №2: Ispol'zovanie prorashchennogo zerna v racional'nykh svinej). Belgorod. 2009. 68 p.

3. Bulavin S.A., YU.V. Saenko, A.YU. Nosulenko Opredelenie optimal'nykh parametrov i rezhimov sushki proroshchennogo zerna na vitaminnyj korm svin'yam [Determination of optimal parameters and modes of drying sprouted grain for vitamin feed for pigs]// Vestnik NGAU. 2014. №2 (31). Pp. 138-140.

4. Saenko YU.V., S.V. Vendin, K.V. Kazakov Mekhanizatsiya sushki syr'ya pri proizvodstve kormovykh dobavok [Mechanization of drying raw materials in the production of feed additives]. Majskij, Belgorodskij GAU, 2019. 166 p.

5. Pat. 2558219 Rossijskaya Federatsiya S1 A01K5/00 (2006.01) Tekhnologicheskaya liniya dlya prorashchivaniya i vvedeniya v kombikorm proroshchennogo zerna [Technological line for germination and introduction of germinated grain into compound feed] / Saenko YU.V., Bulavin S.A., Makarenko A.N., Ivchenko A.N., YUdin A.I., Fedorchuk E.G.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO Belgorodskaya GSKHA imeni V.YA. Gorina. - № 2014103764/13; zayavl. 02.04.2014; opubl. 27.07.2015, Byul. № 21. - 11 p.

6. Pat. 2718107 S1 F26B 19/00 (2006.01) F26B 17/04 (2006.01) F26B 17/12 (2006.01) F26B 3/30 (2006.01) Sushilka proroshchennogo zerna [Sprouted grain dryer] / Vendin S.V., Saenko YU.V., Putienko K.N., Okunev A.F. Pravoobladatel' FGBOU VO Belgorodskij GAU im. V.YA. Gorina. Zayavka № 2019134131. Zayavka 14.10.2019 g. Opublikovano 30.03.2020 g. Byul. №10. 10 p.

7. Pat. 2479809 S1 F26B17/04 (2006.01) Tekhnologicheskaya liniya dlya prorashchivaniya zerna, ego obrabotki i podgotovki k skarmlivaniyu [Processing line for germination of grain, its processing and preparation for feeding] / Bulavin S.A., Saenko YU.V., Nosulenko A.YU. Pravoobladatel' FGBOU VPO Belgorodskaya GSKHA. Zayavka № 2011145636 zayavl. ot 09.11.2011; Opubl. 20.04.2013., Byul. № 11. – 13 p.

8. Sazhin B.S. Osnovy tekhniki sushki [Drying Basics]. М.: Химия, 1984. 320 p.

9. Zhidko V.I., Rezchikov V.A., Ukolov V.S. Zernosushenie i zernosushilki [Zernosushenie i zernosushilki]. - М.: Колос, 1982. 223 p.

Сведения об авторах

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнологий в АПК ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: yuriy311300@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 область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48, e-mail: yuriy311300@mail.ru

Окунев Александр Федорович, аспирант 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: yuriy311300@mail.ru

Information about authors

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology at Agro-Industrial Complex FGBOU VO FGBOU VO Belgorod GAU, 1, Vavilova St., Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: yuriy311300@mail.ru

Saenko Yuri Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Machines and Equipment in Agribusiness, FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, Vavilova St., 1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +7 472 38-19- 48 e-mail yuriy311300@mail.ru.

Okunev Alexander Fedorovich, postgraduate student of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, Vavilova St., 1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +74722 38-19-48, e-mail: yuriy311300@mail.ru

УДК 621.316.98

С.В. Вендин, С.В. Соловьёв, С.В. Килин, А.О. Яковлев

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МУЛЬТИТРОСОВОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Аннотация. В статье приведены результаты теоретических исследований расчета характеристик коронного разряда при защите территории ОРУ подстанций от прямых ударов молнии с использованием мультитросовой молниезащиты. Характеристики коронного разряда имеют важное значение при расчете потерь энергии в проводах ВЛ в плохую погоду. Приведены расчетные теоретические зависимости, математическая постановка и алгоритм численного расчета двумерной задачи, составляющие основу для расчета мультитросовой молниезащиты, а также результаты расчетов тросовой молниезащиты трансформаторной подстанции на основе двумерного численного моделирования и сравнение результатов расчетов по аналитическим выражениям с результатами двумерного численного моделирования. Установлены: взаимосвязь между высотой подвеса троса и распределением объемного заряда во времени; зависимость погонного тока от высоты подвеса троса во времени; характер распределения силовых линий напряженности электрического поля вдоль оси троса. Сравнение рассчитанных величин по аналитическим выражениям и путем двумерного моделирования является удовлетворительным. В целом аналитическая теория дает качественное согласие с двумерным моделированием для погонного тока, внедренного заряда, вертикального размера ионного облака и распределения поля по вертикали вверх от троса на больших расстояниях, где уже не сказывается действие поля заряда троса. Что касается распределения плотности ионов и характерного горизонтального размера облака, теоретические зависимости существенно хуже согласуются с двумерным моделированием, но порядок величины отражается верно. Установлено также, что, несмотря на заметное различие между предельными токами, рассчитанными разными методами, отличие от них среднего между ними тока невелико по сравнению с самими токами. Следовательно для определения фактического тока можно использовать его среднее арифметическое значение. Представлены результаты расчетов интегральных характеристик короны по аналитическим моделям для различных высот подвеса троса, характеризующие эволюцию токов короны, внедренных зарядов и расстояний, пройденных коронным фронтом вверх для разных высот троса, т.е. фактически для разных участков провисшего троса. Установлено, что при изменении поля вдвое погонный ток и заряд меняются в 5 раз, а при увеличении постоянной времени заряда максимальный ток, внедренный заряд и размеры ионного облака также уменьшаются и на больших временах кривые тока сливаются, поскольку, приложенные грозовые поля приближаются к максимальной напряженности грозового поля. Отмечено, что острота максимума тока выражена гораздо сильнее, если поле вначале растет пропорционально времени, а потом резко становится постоянным. Полученные результаты позволяют учитывать изменение параметров короны, формирующейся в электрическом поле грозового облака, вдоль его длины троса из-за его провеса, так как такие изменения входных параметров оказывают заметное влияние на коронный процесс, в некоторых случаях оно оказывается более существенным по сравнению с влиянием, связанным с реальным провесом тросов.

Ключевые слова: молниезащита, моделирование, кронный разряд, грозотрос, коронирование.

MODELING OF CORONA DISCHARGE WHEN USING MULTI CABLE LIGHTNING PROTECTION

Abstract. The article presents the results of theoretical studies for calculating the characteristics of the corona discharge when switchgear substations from direct lightning strikes using lightning multitravel. Characteristics of corona discharge are important when calculating the energy losses in the wires of overhead power lines in bad weather. The paper presents the calculated theoretical dependencies, mathematical formulation and algorithm for numerical calculation of the two-dimensional problem that form the basis for calculating multi-cross lightning protection, as well as the results of calculations of the cable lightning protection of a transformer substation based on two-dimensional numerical modeling and comparison of the results of calculations using analytical expressions with the results of two-dimensional numerical modeling. Established: the relationship between the height of the cable suspension and the distribution of the volume charge in time; the dependence of the running current on the height of the cable suspension in time; the distribution of the force lines of the electric field along the axis of the cable. The comparison of the calculated values by analytical expressions and by two-dimensional modeling is satisfactory. In General, the analytical theory provides qualitative agreement with two-dimensional modeling for the linear current, embedded charge, vertical size of the ion cloud, and vertical distribution of the field up from the cable at large distances, where the effect of the cable charge field is no longer affected. As for the distribution of ion density and the characteristic horizontal size of the cloud, the theoretical dependencies are significantly less consistent with two-dimensional modeling, but the order of magnitude is reflected correctly. It is also found that despite the noticeable difference between the limit currents calculated by different methods, the difference between the average current between them is small compared to the currents themselves. Therefore, to determine the actual current, you can use its arithmetic mean. The results of calculations of integral characteristics of the corona using analytical models for different heights of cable suspension are presented. they characterize the evolution of corona currents, embedded charges, and distances traveled by the corona front up for different heights of the

cable, i.e., in fact, for different sections of the sagging cable. Found that when you modify a field double the running current and charge change 5 times, while increasing the time constant of the charge current max introduced the charge and size of ion cloud is also reduced at large time current curves merge, since the applied field storm approaching the maximum intensity of the storm field. It is noted that the acuity of the current maximum is expressed much more strongly if the field first increases in proportion to time, and then abruptly becomes constant. The obtained results allow us to take into account the change in the parameters of the corona formed in the electric field of a thundercloud along its cable length due to its SAG, since such changes in input parameters have a noticeable effect on the corona process, in some cases it is more significant than the effect associated with the actual SAG of the cables.

Keywords: lightning protection, modeling, corona discharge, lightning bolt, corona.

Введение. При расчете потерь энергии в проводах ВЛ в плохую погоду необходимо учитывать коронный разряд. При этом предполагается, что экранирующий эффект объемного заряда короны от грозотросов должен усилить их защитное действие.

В тоже время, необходимо учитывать изменение параметров короны, формирующейся в электрическом поле грозового облака, вдоль его длины троса из-за его провеса. В первую очередь следует учитывать такие временные характеристики, как погонный коронный ток, количество внедренного заряда на единицу длины троса, размеры ионного облака. Важно также установить, при каких условиях и когда коронные облака от соседних тросов сливаются, образуя единый плоский ионный слой.

Решение поставленной задачи позволит провести оценку предельно допустимой стрелы провеса грозотросов по условиям достаточности количества и объема внедренного коронного заряда.

Применяемые в настоящее время все расчетные модели коронного разряда построены для стационарных условий, при которых напряжение на промежутке провод-земля не меняет своего амплитудного значения, промежуток между коронирующим проводом и поверхностью земли заполнен объемным зарядом короны, а его плотность практически не меняется от периода к периоду напряжения промышленной частоты [1].

При математической постановке задач данного типа основное допущение состоит в том, что для каждого искривленного участка его заменяют длинным горизонтальным проводником, подвешенным на усредненной высоте рассматриваемого участка. Такая замена допустима, т.к. глубина провеса реального троса много меньше его длины и, следовательно, наклоны любых расчетных участков незначительны.

В строгой постановке задача о коронировании искривленного троса является трехмерной и ее численное решение представляет значительные технические трудности. Для некоторых решений даже в двумерном приближении (без учета концевых эффектов и искривления троса) компьютерный расчет продолжается десятки часов.

Ниже приведены результаты расчетов тросовой молниезащиты трансформаторной подстанции на основе двумерного численного компьютерного моделирования. При этом были рассмотрены только 4 варианта с типичными параметрами, которые использовались затем для оценки погрешностей серийных расчетов, основанных, как правило, на упрощенных аналитических оценках. Двумерная модель является самостоятельной задачей, решение которой дает возможность численного анализа ряда практически важных случаев молниезащиты.

Цель исследования – разработка расчетной модели и анализ процессов при молниезащите подстанции путем размещения над ней параллельных заземленных тросов, подвешенных на опорах, которые вынесены за пределы территории подстанции.

Материалы и методы.

Общая постановка задачи для расчета мультитросовой молниезащиты

В настоящее время компьютерное решение двумерной задачи по молниезащите получено только для одиночного горизонтального троса, подвешенного над землей в электрическом поле грозового облака [2, 3]. В основу решения положено известное соотношение для типичной дипольной модели заряженной ячейки грозового облака. Напряженность неискаженного электрического поля у поверхности земли определяется согласно выражения [4]:

$$E_0 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{H^2} - \frac{1}{(H+D)^2} \right), \quad (1)$$

где Q – заряд диполя с плечом D ; H – высота центра нижнего заряда диполя.

При типичных для средней полосы России размерах $H = D = 3000$ м напряженность электрического поля у поверхности земли для среднего по величине заряда грозовой ячейки $Q = 20$ Кл составляет всего 30 кВ/м, тогда как для ионизации воздуха требуется как минимум в 100 раз больше. Такое сильное поле может создать заряд электростатической индукции, наведенный на заземленном грозотросе, поднятом над землей на высоту h .

Если предположить, что грозовое электрическое поле E_0 является практически однородным у поверхности земли вплоть до высоты подвеса грозотросов, то потенциал в месте их размещения U_0 (В) будет равен

$$U_0 = E_0 h. \quad (2)$$

где E_0 – напряженность неискаженного электрического поля, В/м; h – высота подвеса грозотроса, м.

Однако трос заземлен и имеет потенциал, равный нулю. Погонная плотность наведенного электрического заряда $\tau(r_0)$ на его поверхности радиуса r_0 должна соответствовать условию:

$$\tau(r_0) = -C_0 E_0 h, \quad (3)$$

где C_0 – погонная емкость грозотроса, определяемая по формуле:

$$C_0 = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{2h}{r_0}}. \quad (4)$$

Если для зажигания короны напряженность на поверхности грозотроса должна превысить по абсолютной величине значение:

$$E_{\text{cor}} = \frac{\tau(r_0)}{2\pi\epsilon_0 r_0} = \frac{C_0 E_0 h}{2\pi\epsilon_0 r_0}, \quad (5)$$

то с учетом (4) для поля грозового облака $E_{0\text{cor}}$, зажигающего корону, получается выражение:

$$E_{0\text{cor}} = \frac{r_0 \ln \frac{2h}{r_0}}{h} E_{\text{cor}}. \quad (6)$$

Согласно выражения (6), благодаря заряду электростатической индукции на поверхности заземленного грозотроса электрическое поле грозового облака E_0 увеличивается в $K_E = h/[r_0 \ln(2h/r_0)]$ раз. Если, например, трос радиусом $r_0 = 0,01$ м подвешен на высоте $h = 30$ м, кратность усиления электрического поля грозового облака на поверхности грозотроса будет равна 375.

Указанное обстоятельство усиливает связь между условием зажигания коронного разряда и высотой подвеса грозотроса.

Из условия (6) вытекает и достаточно сильная зависимость условий зажигания короны от радиуса грозотроса (почти линейная, поскольку логарифм от значения r_0 меняется мало).

От радиуса троса зависит и условие выполнения самостоятельности электрического разряда на поверхности грозотроса, которое будет рассмотрено ниже.

Влияние соседних грозотросов в условии (6) явно не просматривается, что закономерно, т.к. выполненные выше оценки справедливы для одиночного электрода. В мультитросовой системе влияние соседних грозотросов становятся реально значимым, поскольку потенциал любой точки пространства, в т.ч. и потенциал на поверхности одного из грозотросов системы, помимо собственного электрического заряда, создается зарядом всех других грозотросов. Так, потенциал на поверхности k -го грозотроса от погонного заряда τ_m m -го троса определяется [5]:

$$U_{k-m} = \frac{\tau_m}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h}{d_{k-m}}, \quad (7)$$

где d_{k-m} – расстояние между рассматриваемыми грозотросами.

При расчете полного потенциала его составляющие от зарядов всех грозотросов алгебраически суммируются, вследствие чего собственный погонный заряд грозотроса, соответствующий заданному потенциалу, как правило, уменьшается, указывая на снижение электрической емкости грозотроса в составе мультитросовой системы. В этом проявляется роль числа грозотросов и шага их расстановки над защищаемой территорией ПС.

Математическая постановка двумерной задачи для мультитросовой молниезащиты.

Рассматривается процесс коронирования длинного заземленного горизонтального троса радиуса r_0 , подвешенного над землей на высоте h в однородном электрическом поле грозового облака E_0 . Облако считается заряженным отрицательно, так что поле E_0 направлено вертикально вверх, а корона на заземленном тросе положительна. В грозовых условиях E_0 сначала растет со временем, а затем стабилизируется. Принимается простейшая релаксационная зависимость:

$$E_0(t) = E_{0max} \cdot (1 - \exp(-t/\tau)), \quad (8)$$

где τ - характерное время нарастания грозового поля. Зажигание короны происходит, когда поле на поверхности грозотроса $E(r_0)$ вырастает до порога зажигания $E = E_{cor}$.

Порог зажигания определяем известной эмпирической формулой Пика:

$$E_{cor}(r_0) = 31(1 + 0,308r_0^{-1/2}) \text{ кВ/см}, \quad r_0 [\text{см}] \quad (9)$$

При грозообразовании и нарастании грозового поля в окружающее трос пространство все время внедряется объемный заряд положительных ионов. Ионы рождаются в узком ионизационном слое около троса. Ионное облако растет, в особенности вверх, в сторону грозового облака. Из-за присутствия земли и вертикального внешнего поля, этот процесс принимаем двумерным. Распределения электрического поля и объемного заряда в пространстве зависят от горизонтальной x и вертикальной y координат в плоскости, перпендикулярной тросу. При этом полагают, что от координаты z в идеализированном случае бесконечного троса ничего не зависит (плоскопараллельная двумерная задача).

Согласно теории электромагнитного поля, коронный процесс описывается системой уравнений непрерывности для плотности ионов n и уравнения Пуассона для вектора электрического поля E' , созданного пространственным зарядом ионов и зарядом троса. На ионы действует суммарное поле $E = E' + E_0$. Предполагается, что все ионы одной физической природы. Медленное прилипание ионов к аэрозольным частицам не учитывается. Система уравнений для рассматриваемого случая имеет вид:

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \text{div}[n\mu(\mathbf{E}' + \mathbf{E}_0)] = 0 \quad (10)$$

$$\text{div}\mathbf{E}' = \frac{en}{\epsilon_0}, \quad \mathbf{E}' = -\nabla\phi' \quad (11)$$

где μ - подвижность ионов, ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума, ϕ' – потенциал поля E' . Потенциал грозового поля, отсчитанный от нулевого потенциала земли, при $y=0$ равен $\phi'' = -E_0y$.

После раскрытия оператора Лапласа в уравнении (11) получается уравнение Пуассона для потенциала ϕ' в координатной форме:

$$\frac{\partial^2 \phi'}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi'}{\partial y^2} = -\frac{en}{\epsilon_0} \quad (12)$$

Граничные условия к уравнениям (10), (12) таковы. На земле и на бесконечности $\phi' = 0$. На заземленном тросе суммарный потенциал $\phi' + \phi'' = 0$, т.е $\phi' = E_0(t)h$. Ситуация отчасти похожа на то, как будто трос не заземлен, а к нему приложено напряжение $U(t) = E_0(t)h$. После зажигания короны поле на тросе автоматически удерживается равным полю зажигания (9),

$E(r_0) = E_{\text{cor}}$. Такое граничное условие обычно принимается в теории бесстримерной короны [2, 6, 7]. Поскольку задача симметрична относительно вертикальной прямой $x=0$ (оси y), левую половину плоскости (x,y) можно не рассматривать, заменив ее граничным условием $\partial n / \partial x = 0, \partial \varphi / \partial x = 0$ при $x = 0$.

Момент зажигания короны определяется выполнением условия:

$$E(r_0) = E_{\text{cor}}. \tag{13}$$

При этом напряженность электрического поля на поверхности заземленного троса радиуса r_0 связана с внешним электрическим полем грозового облака $E_0(t)$ как

$$E(r_0) = \frac{E_0 h}{r_0 \ln \frac{2h}{r_0}} \tag{14}$$

В момент зажигания короны в первой счетной ячейке у троса задается начальная затравочная плотность ионов $n(r_0, t_i)$. Коронный ток на единицу длины троса находится по выражению:

$$I(t) = 2\pi r_0 e n \mu E_{\text{cor}}, \quad n = n(r_0, t), \tag{15}$$

где n - зависящая от времени величина, которая определяется в ходе решения задачи. Внедренный к моменту t заряд короны $Q(t)$ на единицу длины троса определяется интегралом от $I(t)$ по времени.

Алгоритм численного расчета двумерной задачи для мультитроссовой молниезащиты

Коронный процесс рассчитывается в правой половине полуплоскости, т.е. при $x \geq 0, y \geq 0$. Для удобства расчетов эта область искусственно разбивается на две части окружностью радиуса $R \sim 100$ м, проведенной из начала координат. Предполагается, что верхняя граница фронта ионного облака не достигает этой окружности за все время моделирования. В той части области, которая лежит вне четверти круга радиуса $r=R$, вводится полярная система координат. Шаг сетки по радиусу укрупняется по мере его возрастания. Эта часть расчетной области нужна для адекватного расчета распределения потенциала с учетом того обстоятельства, что выше земной поверхности $\varphi' \rightarrow 0$ только на бесконечности. В той области, которая находится внутри четверти круга $r \leq R$, строится сетка О-типа, которая охватывает трос и внешнюю криволинейную границу, состоящую из дуги окружности $r=R$ и земной поверхности. Сетка строится по методике [8], основанной на решении уравнений эллиптического типа для координат x, y ее узлов. Поскольку радиус троса $r_0 \sim 1$ см, а $R \sim 100$ м, сетка должна сгущаться по мере приближения к тросу. Это сгущение задается неравномерным распределением точек вдоль вертикальной прямой $x=0$. Пример построенной сетки с числом контрольных объемов 7200 представлен на рисунке 1; при этом $R = 112,5$ м.

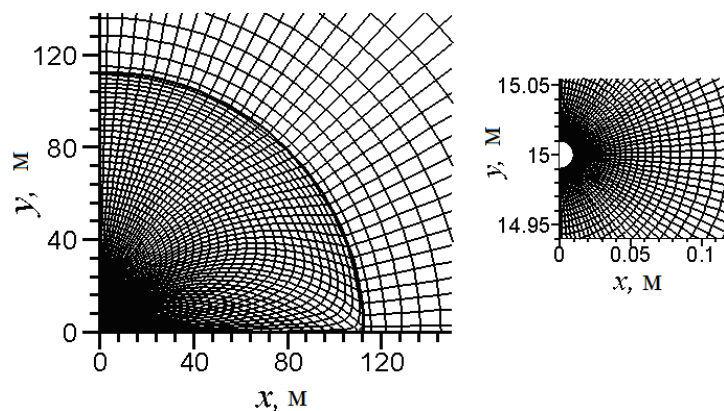


Рис. 1. Расчетная сетка. Область вблизи троса показана в крупном масштабе

Аппроксимация системы уравнений (10) и (12) в области $r \leq R$ строится методом конечного объема [9]. Для уравнения непрерывности для плотности ионов (10) используется «ур-

wind» схема первого порядка точности по пространству и неявная схема Эйлера с первым порядком точности по времени. В результате для значений плотности ионов получается система линейных уравнений, в которой в общем случае оказываются связанными плотности ионов в пяти соседних ячейках. После применения метода конечного объема к уравнению для потенциала (12), требуется вычислить градиенты потенциала в центрах граней ячеек. Для этого используется «метод интегрирования по траекториям» из [10]. В результате получается линейная система уравнений для потенциала; при этом неизвестный потенциал в текущей ячейке связан с потенциалами в девяти соседних точках. Разностные уравнения для n и φ составляют нелинейную систему, которая, будучи дополненной граничными условиями, решается методом итераций на каждом шаге по времени. Линейные уравнения для n и φ , полученные в результате аппроксимации (10) и (12), решаются методом релаксации с прогонкой по линиям.

При $r > R$ уравнение (10) выпадает, поскольку ионы границу $r=R$ не пересекают, и требуется решить только уравнение (12), в котором правая часть положена равной нулю. Уравнение (12) записывается в цилиндрических координатах и решается методом инверсии, а его аппроксимация строится методом конечного объема. Полученное решение сшивается при $r=R$ с тем, которое было найдено при $r < R$. Так вычисляется распределение потенциала во всем пространстве в каждый момент времени.

До момента зажигания короны уравнение (12) дает распределение потенциала в пустом пространстве. В процессе дальнейшей эволюции поля E_0 при расчете погонного коронного тока $I(t)$ считается, что распределение заряда в первой ячейке у троса $n(r_0, t)$ одинаково вдоль всей его поверхности. Это значение подбирается в процессе решения системы уравнений (10) и (12) так, чтобы граничное условие $E(r_0) = E_{\text{cor}}$ на тросе было выполнено с погрешностью не более 5%.

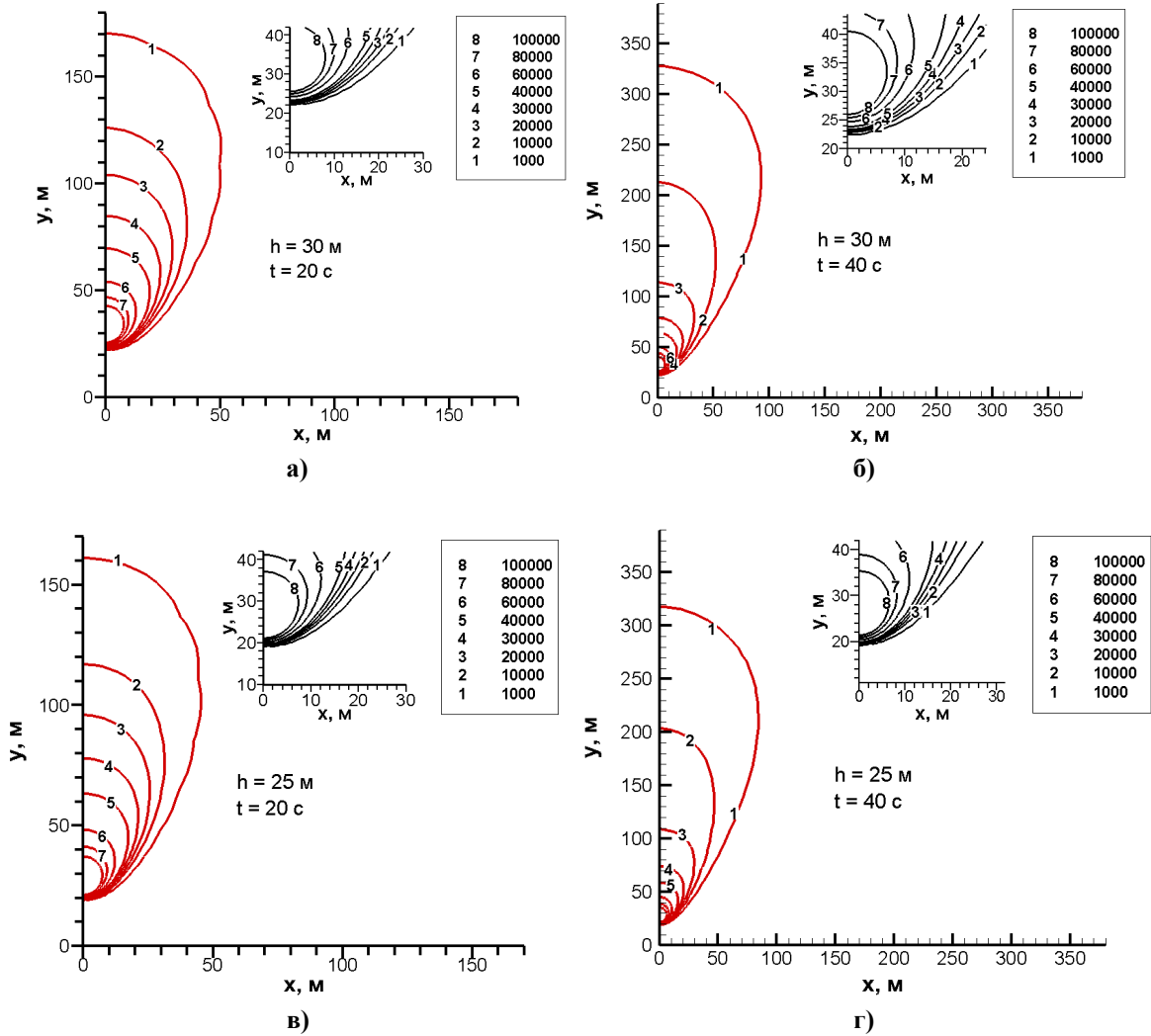
Основная трудность решаемой задачи состоит в сильном различии масштабов физических процессов. В самом деле, за характерное время релаксации заряда в грозовой ячейке $\tau \sim 10-60$ с верхняя граница фронта ионного заряда продвигается вверх, к грозовому облаку, на расстояния порядка сотен метров, что более чем на четыре порядка превышает радиус коронирующего троса, $r_0 \sim 1$ см. Поэтому ясно, что расчет короны должен вестись на сетке с шагом, увеличивающимся по мере удаления от троса. Иначе выполнить его на персональном компьютере было бы нереально. Но укрупнение шага вдали от троса автоматически влечет за собой трудности при попытке определения положения фронта расширяющегося объемного заряда. При применении схем первого порядка точности, как в нашем случае, фронт оказывается размытым счетной диффузией (следует отметить, что физическая диффузия с коэффициентом D , которая приводит к проникновению ионов перед фронтом на расстояние $\Delta R \sim D/v$ где v – скорость фронта, сильно уступает счетной).

Для упрощения вычислений, вместо использования адаптивной сетки, сгущающейся вблизи фронта, все расчеты проведены на фиксированной сетке, типа изображенной на рисунок 1. Оправданием этому служит тот факт, что, как показывают проведенные в [8] расчеты, равномерное измельчение сетки, приводящее к лучшему пространственному «разрешению» фронта, мало влияет на коронный ток, количество внедренного заряда и поле в коронном облаке.

Результаты и обсуждения. На рисунках 2 – 8 приведены результаты численного двумерного моделирования. Оно проведено для высот троса (точнее, высот участков провисшего троса над землей) $h = 30, 25, 23, 19$ м. Расчеты выполнены для грозового поля $E_0(t)$, меняющегося во времени по релаксационному закону (7) с $E_{0\text{max}} = 400$ В/см и $\tau = 10$ с и радиуса троса $r_0 = 0,7$ см. Если в подписях к рисункам 2–8, последние три параметра не оговорены, значит имеются в виду именно указанные. Для ионов принята подвижность $\mu = 1,5$ см²/(В·с). Корона зажигается при $E_{\text{cor}} = 42,4$ кВ/см на тросе в моменты времени $t_i = 2,5; 3,1; 3,3$ и $4,1$ сек для $h = 30, 25, 23$ и 19 м, когда потенциал поля грозового облака в месте размещения грозотроса равен соответственно $U_i = E_0(t_i)h = 269, 264, 261$ и 255 кВ. По времени двумерные расчеты доведены до $t = 4\tau = 40$ с, когда грозовое поле уже сравнительно давно стабилизировалось.

Нагляднее всего картина коронного облака, его форма, контуры ионного фронта, распределения плотности ионов в пространстве, эволюция распределений во времени иллюстрируются серией рисунков 2, где изображены линии равной плотности ионов для всех четырех высот и двух моментов времени 20 и 40 с. Они отсчитаны от момента включения грозового поля.

Сразу после зажигания короны распределение объемного заряда почти цилиндрически симметрично. Потоки ионов вверх и вниз одинаковы, т.к. плотность ионов в первой расчетной ячейке не зависит от угловых направлений, а поле у троса $E_{cor} \gg E_0$. Однако на более поздней стадии и вдали от троса грозовое поле E_0 уже не мало по сравнению с полями, создаваемыми зарядом троса и объемными зарядами. Поле E_0 увлекает ионы вверх, в том числе и те, которые на ранней стадии процесса дрейфовали вниз. В результате ионное облако приобретает форму вытянутой перевернутой капли (рисунок 2).



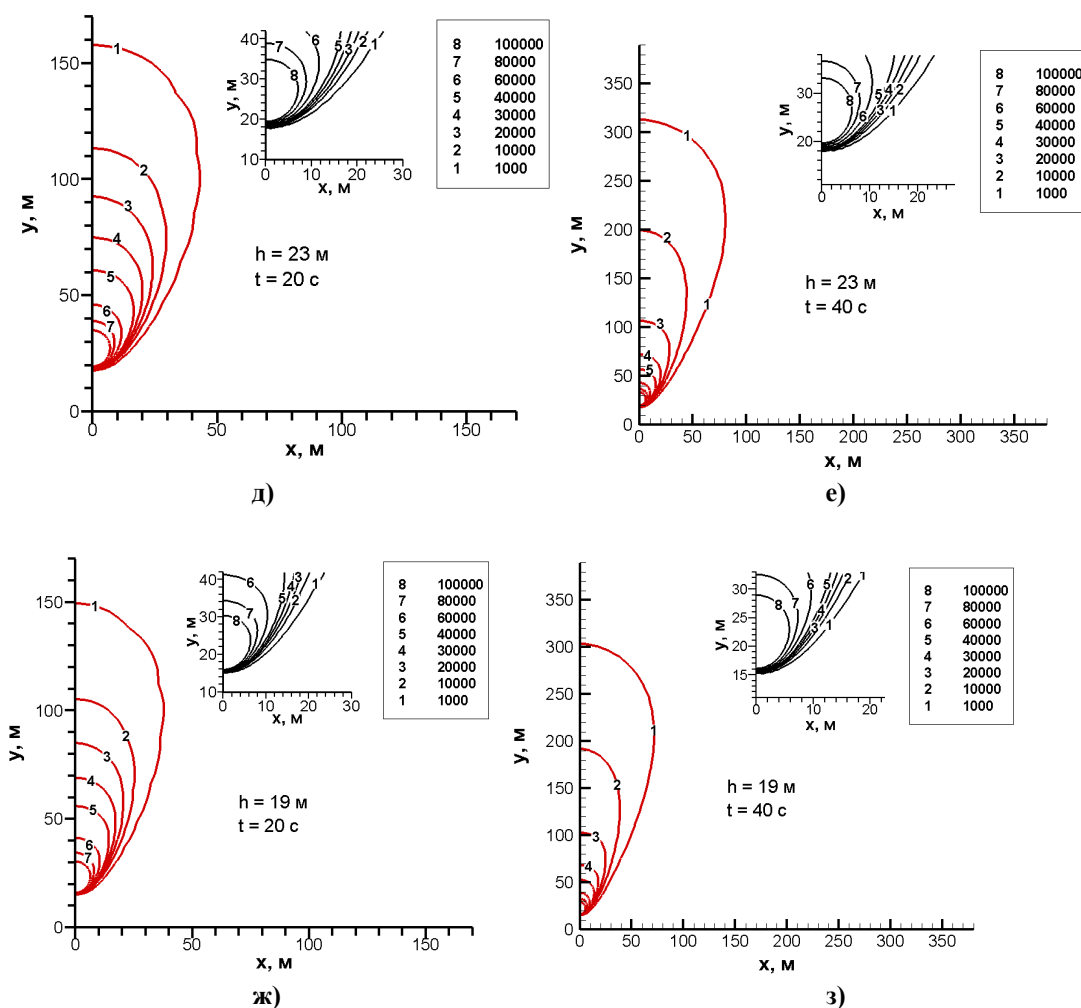


Рис. 2. Распределения плотности ионов в см^{-3} в моменты времени $t = 20 \text{ с}$ и $t = 40 \text{ с}$.

Области вблизи троса показаны еще раз, в крупном масштабе

- а) высота подвеса троса 30м, момент времени $t = 20 \text{ с}$; б) высота подвеса троса 30м, момент времени $t = 40 \text{ с}$;
- в) высота подвеса троса 25м, момент времени $t = 20 \text{ с}$; г) высота подвеса троса 25м, момент времени $t = 40 \text{ с}$;
- д) высота подвеса троса 23м, момент времени $t = 20 \text{ с}$; е) высота подвеса троса 23м, момент времени $t = 40 \text{ с}$;
- ж) высота подвеса троса 19м, момент времени $t = 20 \text{ с}$; з) высота подвеса троса 19м, момент времени $t = 40 \text{ с}$

Местоположение ионного фронта в расчетах точно не фиксируется, из-за размытия фронта счетной диффузией. Но представить себе контур фронта можно, причем с приемлемой точностью. Он лежит между 1-ой и 2-ой линиями на рисунке 2, но существенно ближе ко 2-ой. В самом деле, между 1-ой и 2-ой линиями плотность ионов меняется в 10 раз, а между 2-ой и 3-ей – только в 2 раза.

На рисунке 3 представлены зависимости коронного тока от времени для разных высот троса h . Небольшие неоднородности на кривых - счетного происхождения. Токи проходят через пологие максимумы в моменты, близкие к характерному времени грозового поля, когда быстрый подъем поля условно сменяется медленным.

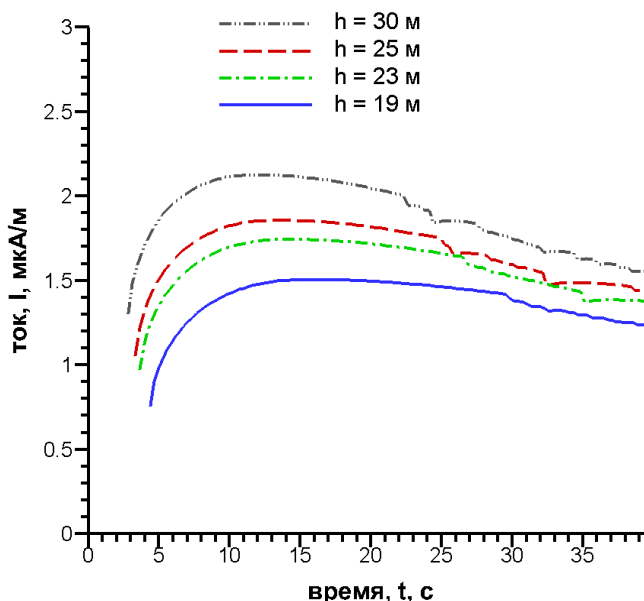


Рис. 3. Зависимости погонного тока короны от времени для разных высот троса h . Грозовое поле растет по релаксационному закону с амплитудой $E_{0max} = 40$ кВ/м и характерным временем $\tau = 10$ с

В таблице 1 представлены погонные количества заряда, внедренного к данному моменту времени Q_{tot} , и доли этого заряда, находящиеся под тросом Q_{below} и над ним Q_{up} . Полное количество заряда на единицу длины троса можно найти, интегрируя погонный ток по времени, а количество заряда ниже троса - путем интегрирования по соответствующей площади распределений заряда, показанных на рисунке 2. Вниз идет гораздо меньше, чем вверх, причем с течением времени доля, идущая вниз, заметно уменьшается.

Таблица 1 – Рассчитанные значения полного заряда Q_{tot} на единицу длины троса, заряда под тросом Q_{below} и заряда над тросом Q_{up}

h=19 м					h = 23 м				
t, сек	Q_{below} , мкКл/м	Q_{up} , мкКл/м	Q_{tot} , мкКл/м	Q_{below}/Q_{tot} (%)	t, сек	Q_{below} , мкКл/м	Q_{up} , мкКл/м	Q_{tot} , мкКл/м	Q_{below}/Q_{tot} (%)
20	0,7	21,2	21,9	3,2	20	1,20	25,8	27,0	4,4
40	0,67	48,8	49,5	1,4	40	1,02	56,7	57,7	1,8
h=25 м					h = 30 м				
20	1,4	28,0	29,4	4,8	20	2,14	32,9	35,0	6,1
40	1,2	60,3	61,5	2,0	40	1,77	68,5	70,2	2,5

С течением времени ионное облако вытягивается вверх под действием грозового поля. Ионы движутся вверх с наибольшей скоростью. Вниз ионное облако продвигается мало; вскоре ионный поток поворачивается и устремляется вверх. Нижняя граница ионного фронта опускается всего на несколько метров (ход силовых линий поля на рисунке 4), тогда как вверх ионы поднимаются на десятки и сотни метров.

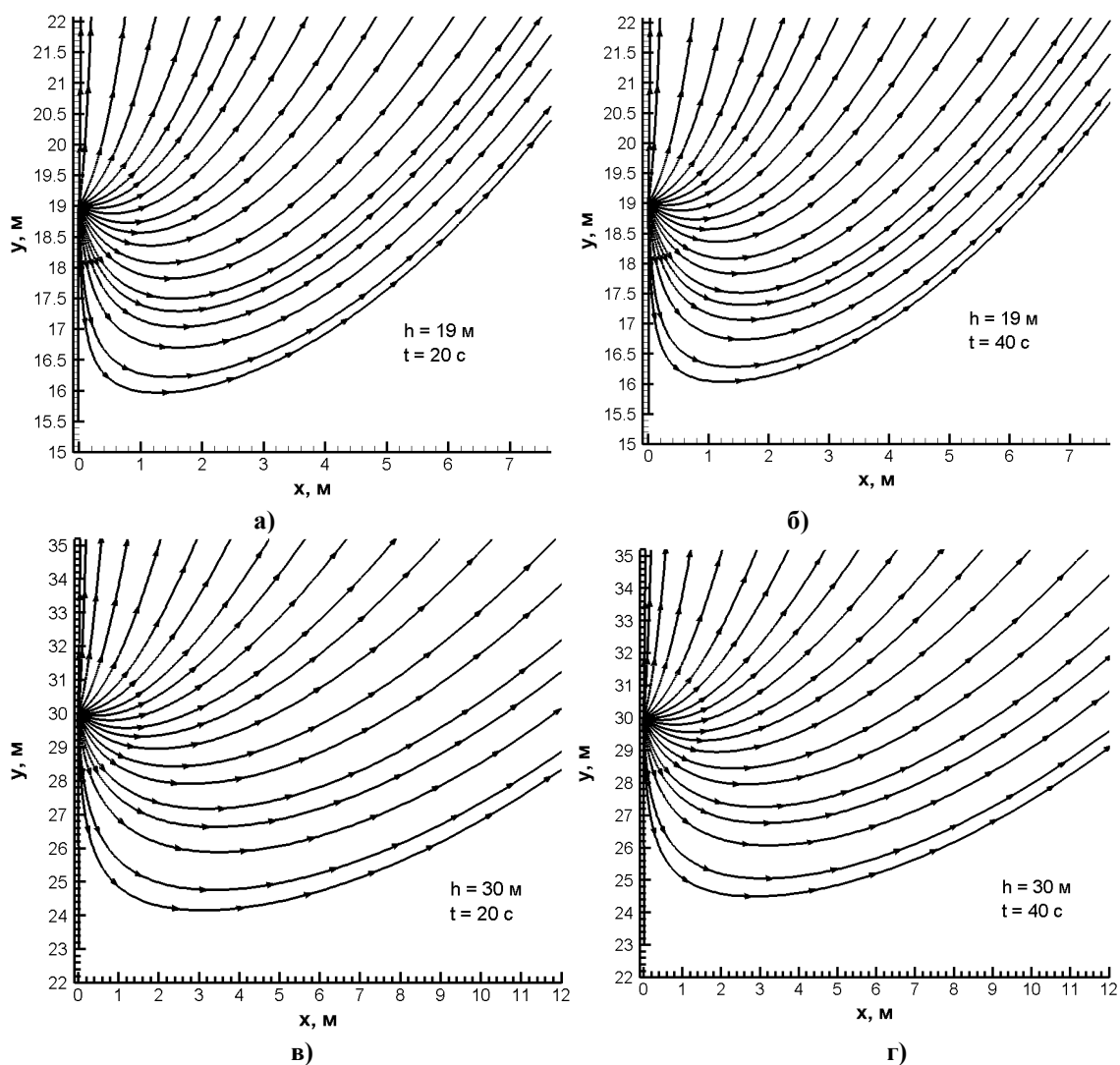


Рис. 4. Силовые линии электрического поля около троса

а) высота подвеса троса 19м, момент времени 20с; б) высота подвеса троса 19м, момент времени 40с;
 в) высота подвеса троса 30м, момент времени 20с; г) высота подвеса троса 30м, момент времени 40с

Чтобы проиллюстрировать влияние грозового поля на движение ионов, (рисунок 4) построены силовые линии суммарного поля в два момента времени: $t = 20$ с и $t = 40$ с. С этими линиями совпадают направления движения ионов. Можно заключить, что ионы, первоначально внедренные вниз, постепенно поворачивают вбок, а потом вверх и оказываются над тросом. В нижних точках поворота направленное вертикально вверх грозовое поле в точности компенсирует сумму вертикальных составляющих полей заряда троса и объемного заряда ионов.

Рисунок 5 характеризует зависимость суммарного поля, на вертикальной оси выше троса, от времени и от высоты троса. На малых расстояниях выше троса суммарное поле резко падает от порога зажигания короны $E_{кор} = 42,4$ кВ/см до величины, меньшей неискаженного поля атмосферы E_0 , а потом растет до величины близкой к E_0 . Такое поведение поля, с «провалом», свойственное двумерному процессу, означает, что поле положительного пространственного заряда в области «провала», вопреки обычному, направлено к положительно заряженному тросу. Оно вычитается из грозового поля, что и вызывает появление минимума на кривых (рисунок 5). На больших расстояниях от троса поле над грозотросом от высоты его подвеса практически не зависит и почти совпадает с E_0 .

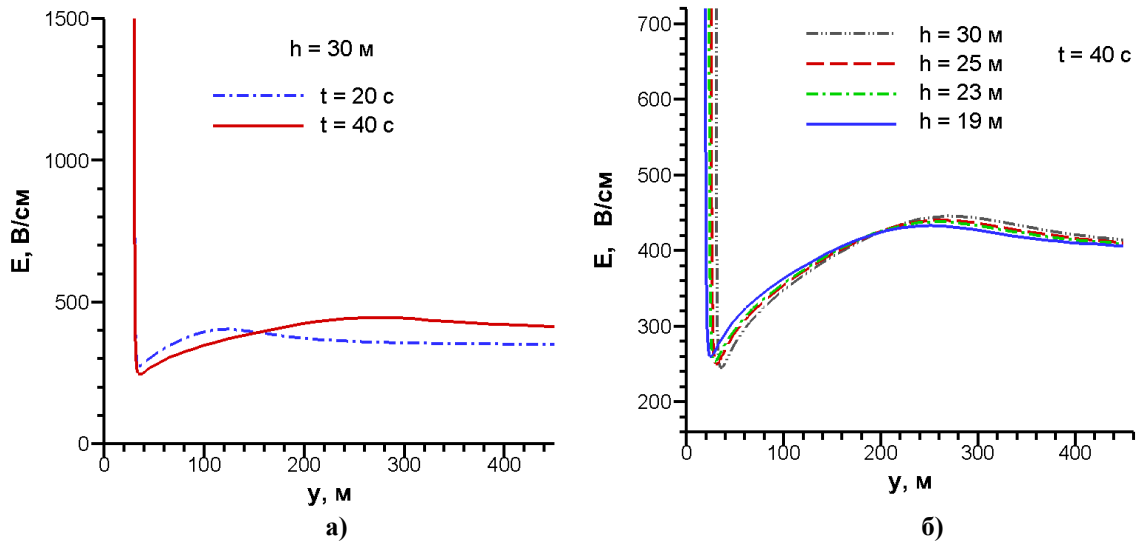


Рис. 5. Распределения суммарного электрического поля вдоль вертикальной оси выше троса
 а) отображает зависимость поля от времени для определенной высоты; б) грозовое поле в моменты времени $t = 20$ и 40 с равно $E_0 = 35$ и 39 кВ/м, соответственно

Как показывает рисунок 6, суммарное поле у земли под тросом направлено вверх, хотя и существенно ниже E_0 . С ростом высоты поле монотонно падает, проходит через нуль и при приближении к тросу снизу стремится к полю зажигания короны $E_{кор} = 42,4$ кВ/см, будучи направленным вниз (отрицательным), как на нижней части поверхности троса.

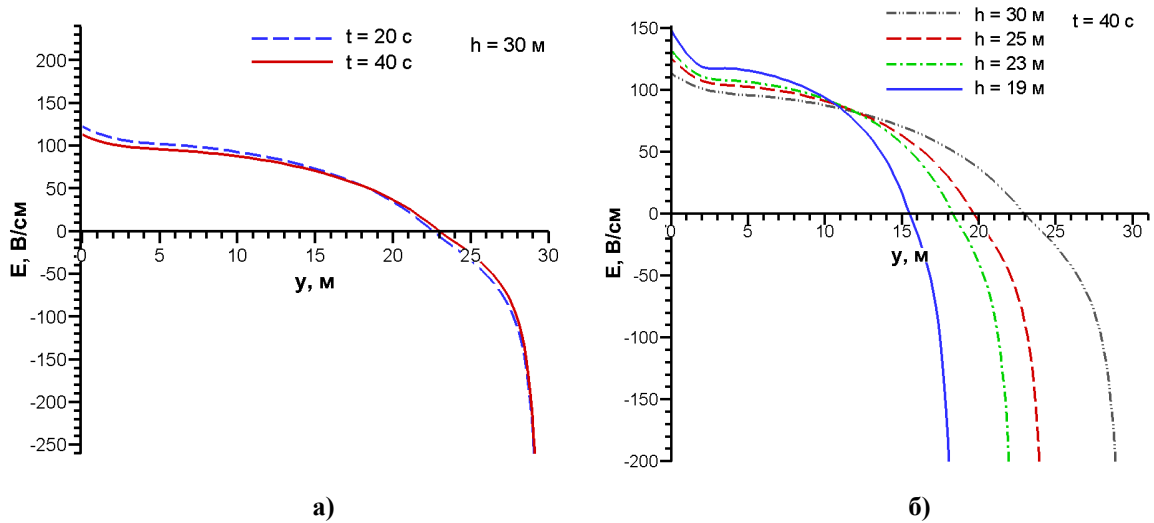


Рис. 6. Распределения суммарного электрического поля вдоль вертикальной оси под тросом
 а) зависимость поля от времени при фиксированной высоте 30м; б) зависимость поля от высоты при фиксированном моменте времени 40с

На рисунках 7, 8 представлены распределения плотности ионов вдоль вертикальной оси вверх и вниз относительно троса. На графиках плотность ионов вблизи троса уменьшается со временем, что связано с падением коронного тока на этой стадии. По направлению от троса вниз по вертикали плотность ионов уменьшается и обращается в нуль в точке, где электрическое поле, приводящее в движение ионы, меняет знак (рисунок 7 и рисунок 8).

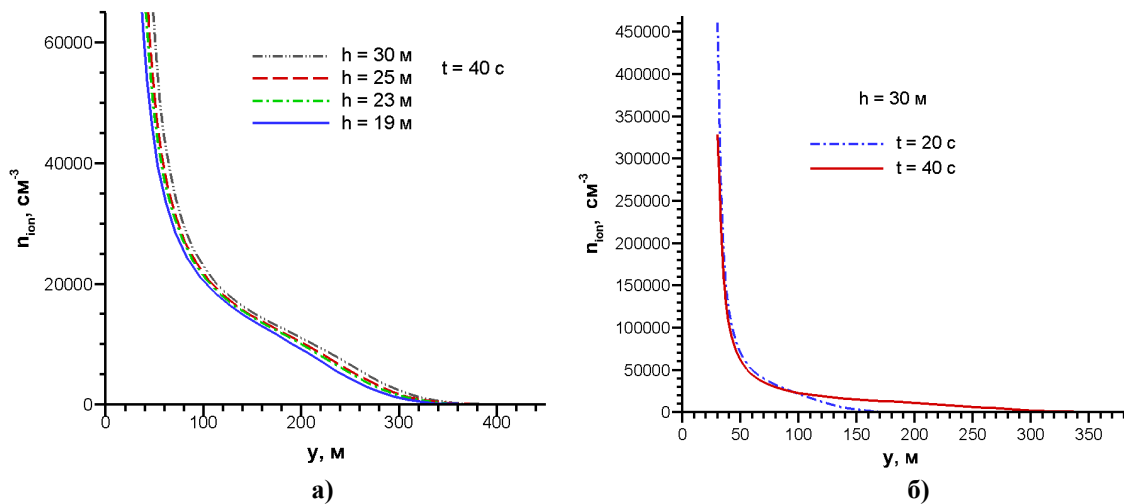


Рис. 7. Распределения плотности ионов вдоль вертикальной оси над тросом вверх а) при фиксированном моменте времени 40с; б) при фиксированной высоте 30м

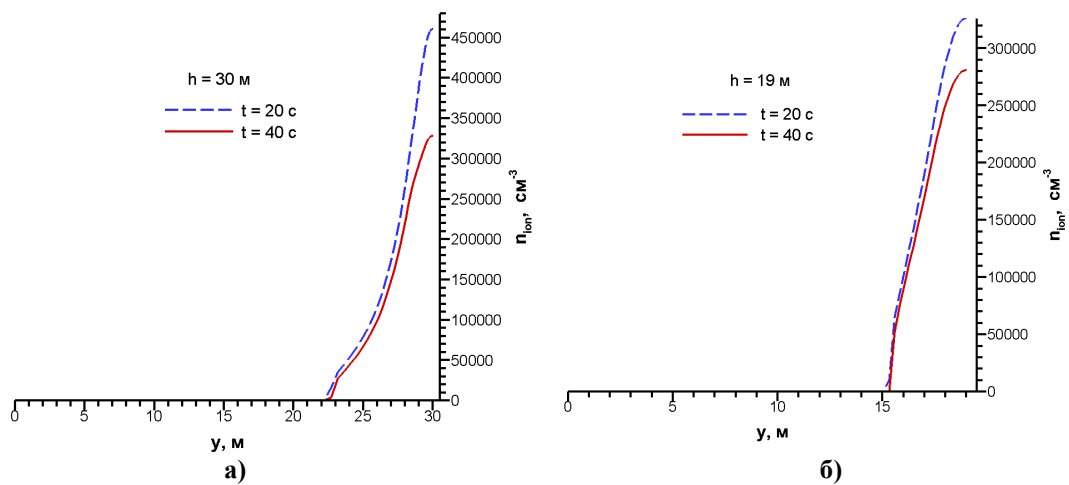


Рис. 8. Распределения плотности ионов вдоль вертикальной оси вниз под тросом а) при высоте 30м; б) при высоте 19м

Сравнение результатов расчетов по аналитическим выражениям с результатами двумерного численного моделирования.

Сравнительные расчеты выполнены при следующих типичных входных параметрах: высота подвеса грозотроса $h = 30$ м, его радиус $r_0 = 0,7$ см, амплитуда грозового поля $E_{0max} = 40$ кВ/м при характерном времени его нарастания $\tau = 10$ с. Результаты расчетов представлены на рисунках 9-11.

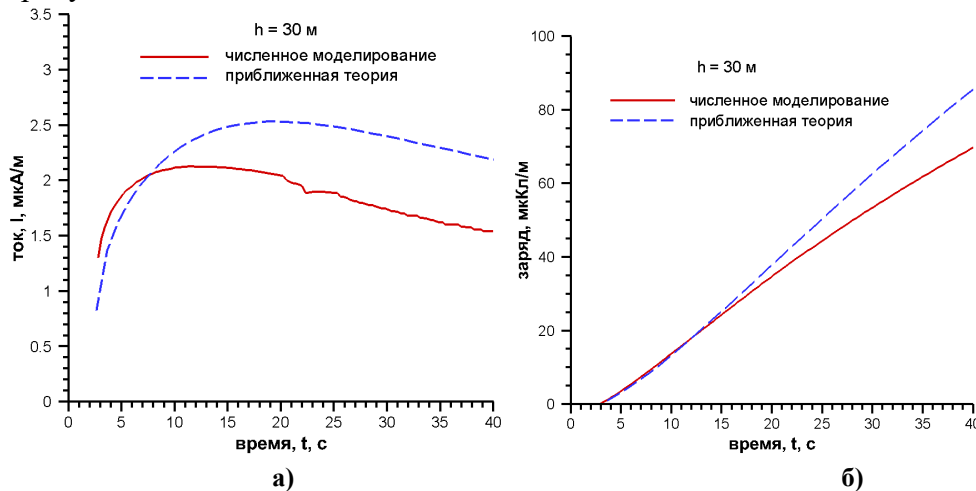


Рис. 9. Сопоставление погонных токов короны и внедренных ею погонных зарядов а) зависимость тока от времени; б) зависимость заряда от времени

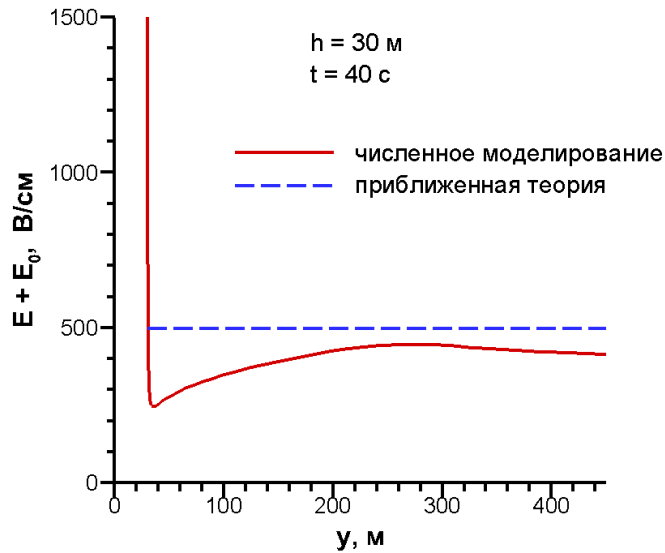


Рис. 10. Распределение суммарного электрического поля вдоль вертикальной оси над тросом с $h = 30$ м в при $t = 40$ с. Грозовое поле в этот момент $E_0 = 39,3$ кВ/м; $E_{0max} = 40$ В/м, $\tau = 10$ с

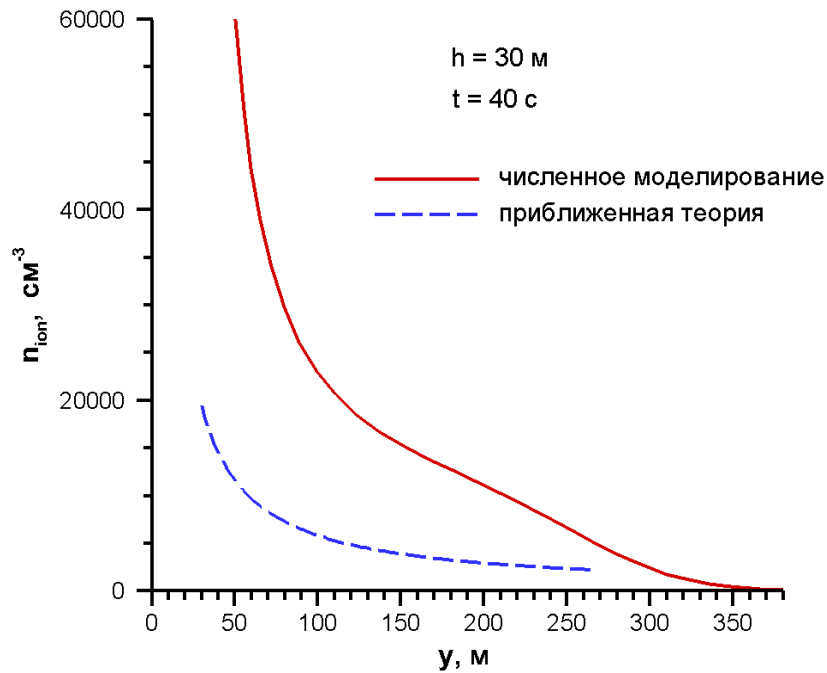


Рис. 11. Распределение плотности объемного заряда вдоль вертикальной оси над тросом с $h = 30$ м при $t = 40$ с; $E_{0max} = 40$ кВ/м, $\tau = 10$ с

Как видно из рисунков 9 и 10 согласие рассчитанных величин по аналитическим выражениям и путем двумерного моделирования, можно признать удовлетворительным. Согласие распределений плотности вдоль вертикали, рисунок 11 – хуже, но общие черты зависимости и порядок величины плотности аналитическая теория передает верно. Следует подчеркнуть, что на небольших расстояниях от троса, где сказывается поле заряда троса, теоретические зависимости нельзя использовать, поскольку в теории это поле, спадающее на сравнительно малых расстояниях от троса. Это иллюстрируется обрывом соответствующей пунктирной линии с левой стороны.

Далее приведены сравнительные результаты расчетов для расстояний, которые ионы проходят вверх. По теории это расстояние равняется радиусу короны $R_2(t)$. Сравнение проведем для момента $t = 40$ с, для которого приведены данные двумерного моделирования. Графики расчетных зависимостей приведены на рисунке 12. Анализ показывает, что в этот мо-

мент для $h = 30$ м - $R_2 = 265$ м. Определить расстояние R_2 по двумерной модели можно только приближенно из-за размытия ионного фронта. В соответствии с рисунком 12 и верхним правым рисунком 2 соответствующее фронту расстояние по оси ординат вверх R_2 равно примерно 240 м. При этом наблюдаем хорошее согласие расчетных значений.

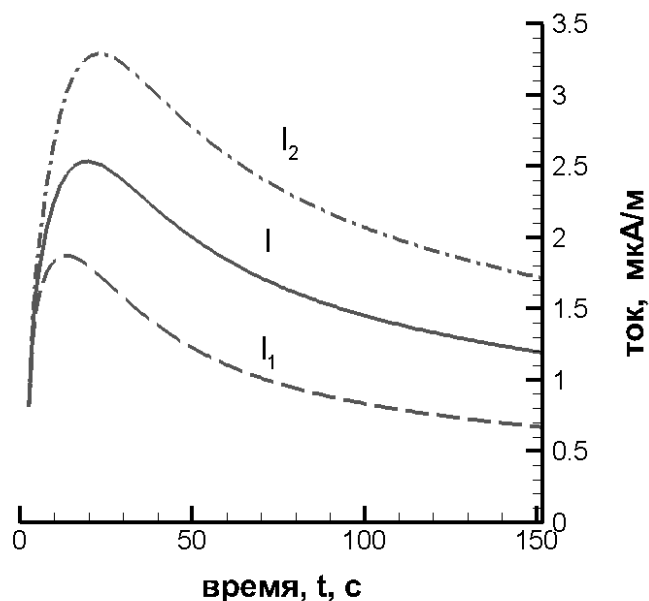


Рис. 12. Погонные токи короны по моделям I П1 и П I2, и средний между ними ток, который рассматривается как фактический ток

Расчет сделан для следующих параметров: $h = 30$ м, $E_{0max} = 400$ В/см, $\tau = 10$ с, $r_0 = 0,7$ см.

Что касается радиуса, найденного по аналитическим зависимостям, характеризующего расстояние, пройденное фронтом по горизонтали от троса, вдоль которой грозовое поле отсутствует, то сравнивать его с отрезком этой горизонтали, полученным при двумерном моделировании, — нельзя. В реальной двумерной картине скорость ионов на указанной горизонтали направлена не вдоль нее, как в модели I, а в основном вверх. Радиус R_1 в данный момент времени скорее можно сопоставить с максимальным горизонтальным размером ионного облака в тот же момент времени. Он, согласно верхнему правому рисунку 2, равен примерно 70 м, тогда как R_1 полученный по аналитическим зависимостям (рис. 11) равен $R_1=100$ м.

Таким образом, можно заключить, что аналитическая теория дает качественное согласие с двумерным моделированием для погонного тока, внедренного заряда, вертикального размера ионного облака и распределения поля по вертикали вверх от троса на больших расстояниях, где уже не сказывается действие поля заряда троса. Что касается распределения плотности ионов и характерного горизонтального размера облака, теория существенно хуже согласуется с двумерным моделированием, но порядок величины отражает верно.

Результаты расчетов параметров короны на основе аналитических зависимостей.

Рисунок 12 дает представление о различии погонных токов по первой и второй моделям, средний арифметический между которыми принимается за фактический ток. Графики расчетных зависимостей показывают, что, несмотря на заметное различие между предельными токами I_1 и I_2 , отличие от них среднего между ними невелико по сравнению с самими токами. Это и подтверждает возможность определения фактического тока I как среднего арифметического. Рисунок 9 свидетельствует о неплохой точности такого определения. На рисунке 13 приведены результаты расчетов интегральных характеристик короны по аналитическим моделям для различных высот подвеса троса в диапазоне от 30 до 19 м. Расчеты сделаны до момента 150 с, что почти в 4 раза дольше, чем в трудоемком двумерном моделировании, и легко могут быть продлены и дальше по времени. Рисунок дает представление об эволюции токов короны, внедренных зарядов и расстояний, пройденных коронным фронтом вверх $R_2(t)$ для разных высот троса, т.е. фактически для разных участков провисшего троса.

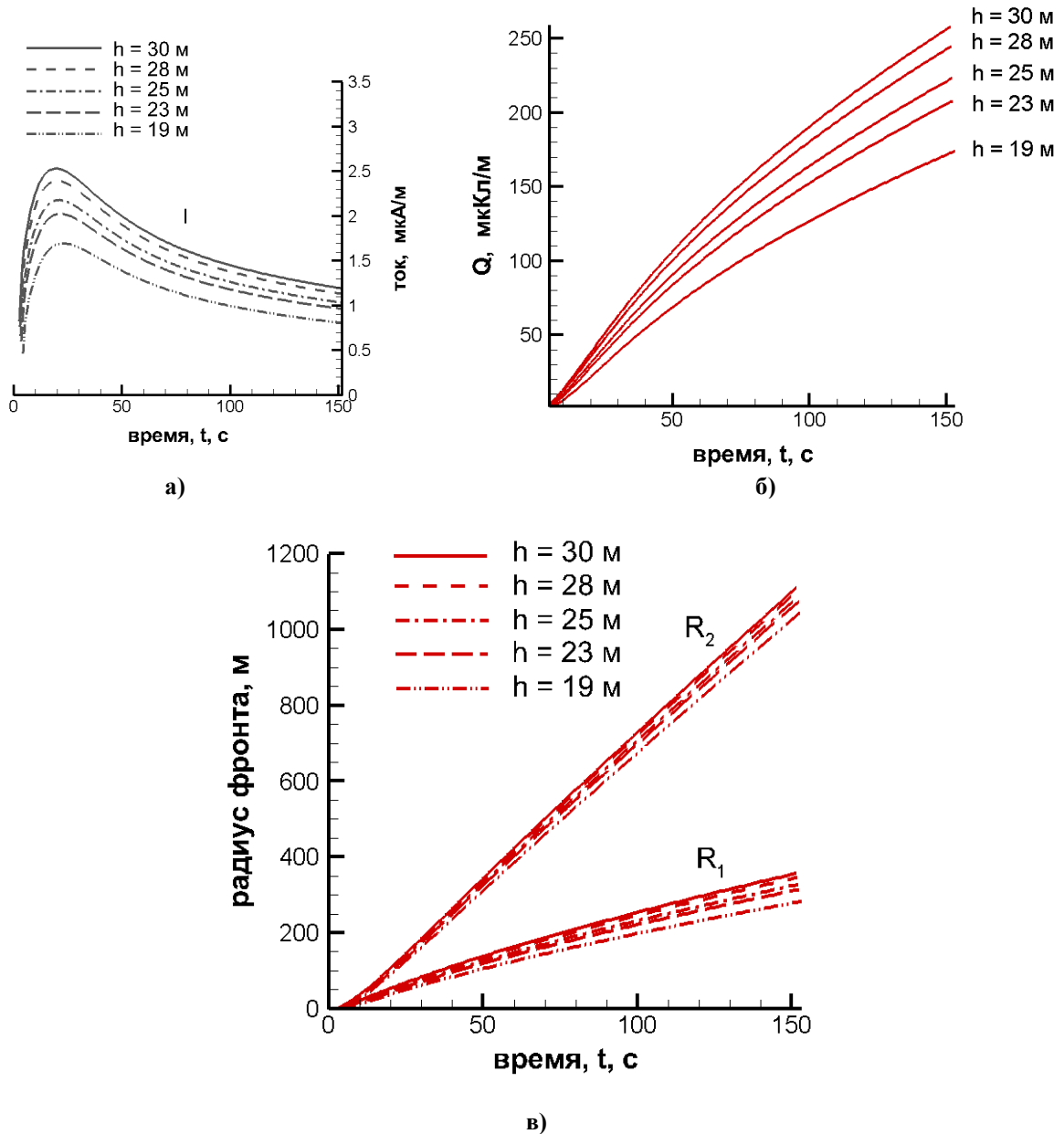


Рис. 13. Графики эволюция для разных высот троса. Поле $E_{0\text{max}} = 400 \text{ В/см}$, $\tau = 10 \text{ с}$, $r_0 = 0,7 \text{ см}$
 а) зависимость тока от времени; б) зависимость внедренного заряда от времени; в) зависимость размеров коронного облака от времени

Характеристики короны сильно зависят от амплитуды грозового поля $E_{0\text{max}}$ и характерного времени его нарастания τ . Это иллюстрируется рисунком 14 и 15.

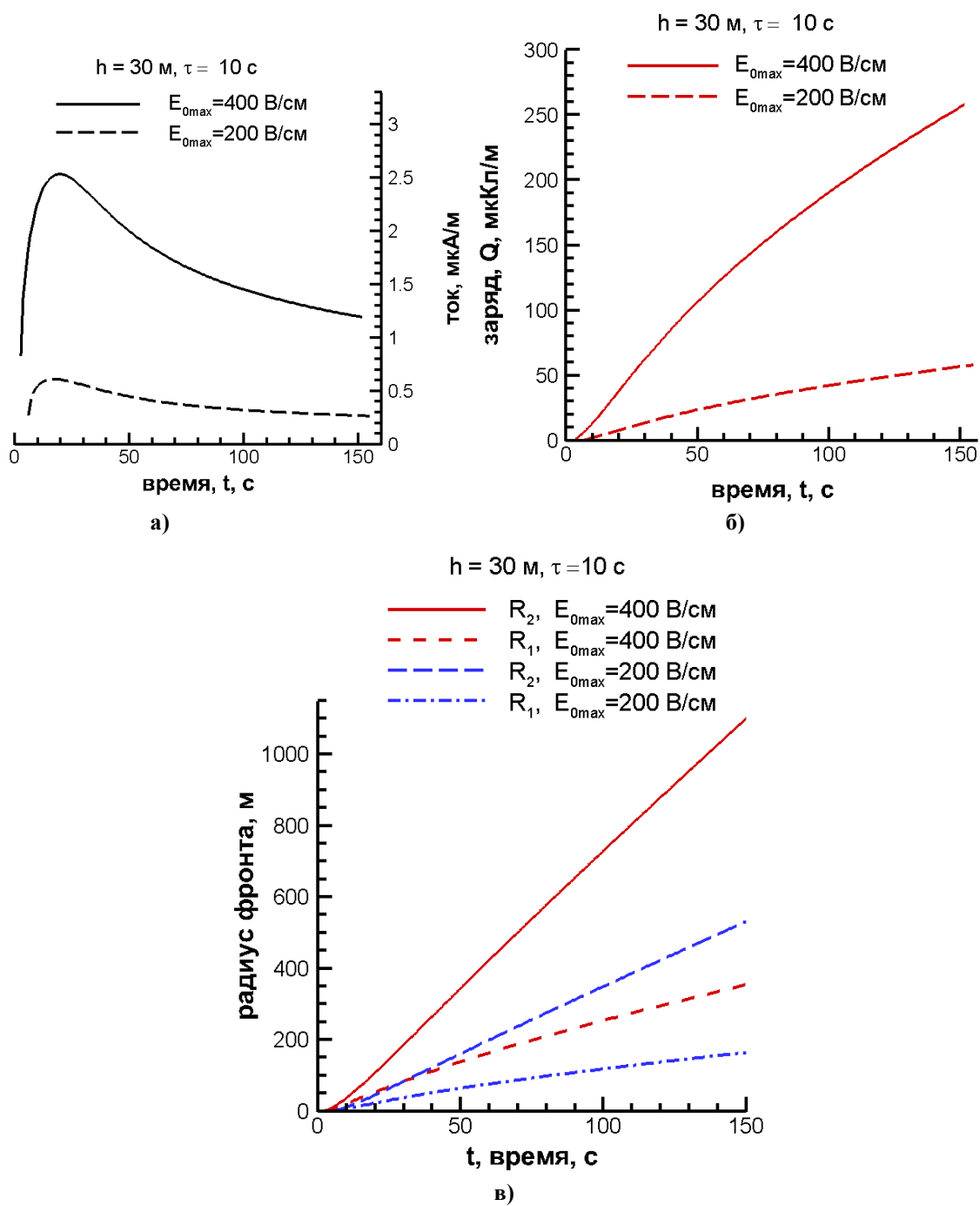


Рис. 14. Графики эволюции в зависимости от амплитуды грозового поля $E_{0\text{max}}$.

Высота $h = 30 \text{ м}, \tau = 10 \text{ с}, r_0 = 0,7 \text{ см}$

- а) зависимость тока от времени; б) зависимость внедренного заряда от времени; в) зависимость размеров ионного облака от времени

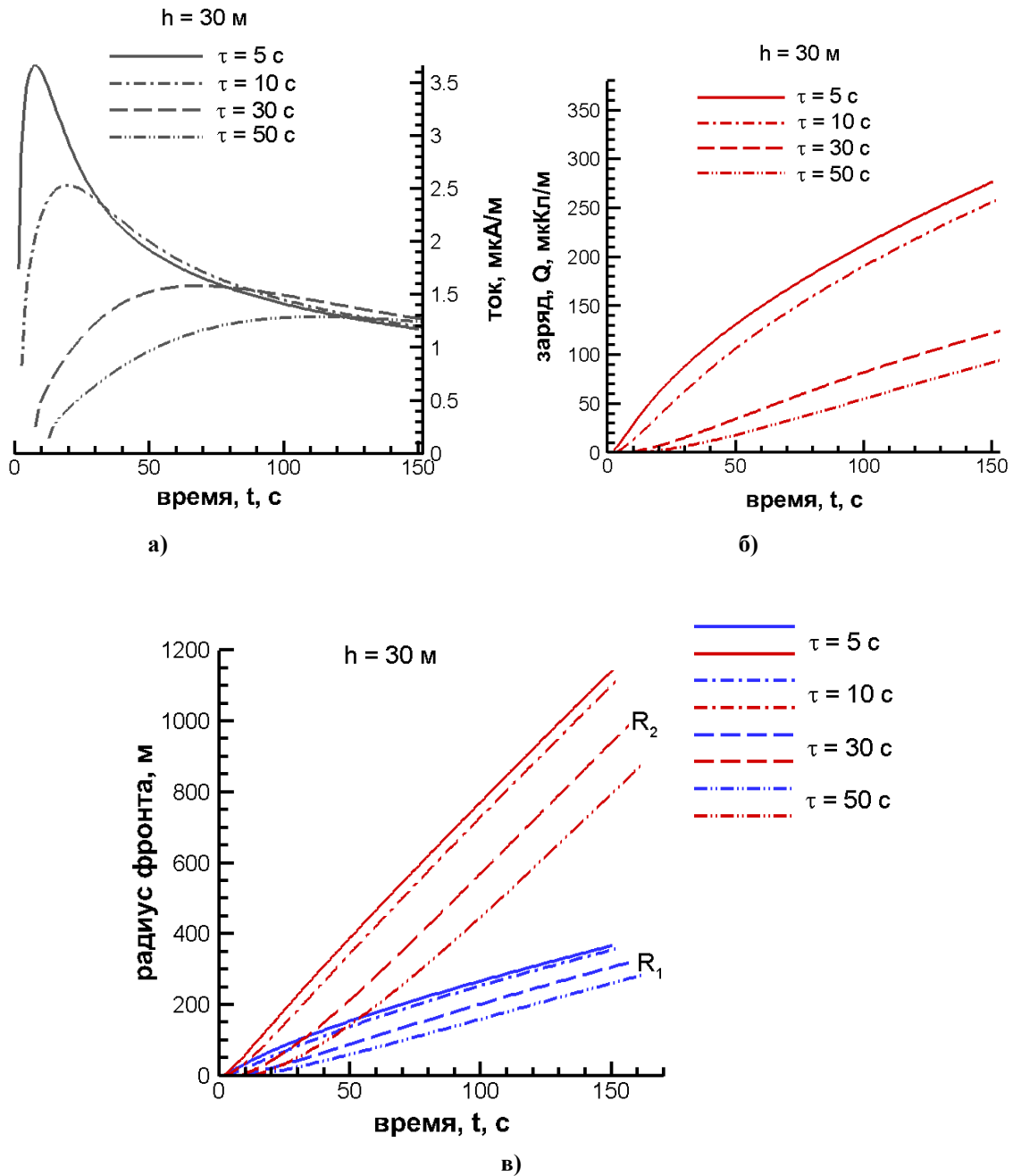


Рис. 15. Графики эволюции для разных характерных времен нарастания грозового поля τ .

Высота $h = 30$ м, $E_{0max} = 400$ В/см, $r_0 = 0,7$ см

а) зависимость тока от времени; б) зависимость внедренного заряда от времени; в) зависимость размеров ионного облака от времени

Так, при изменении поля вдвое, погонный ток и заряд меняются в 5 раз (рисунок 14). При увеличении τ максимальный ток, внедренный заряд и размеры ионного облака уменьшаются при прочих равных условиях. На больших временах t кривые тока сливаются, как и должно быть, поскольку приложенные грозовые поля близки к E_{0max} .

Нужно заметить, что острота максимума тока выражена гораздо сильнее, если поле сначала растет пропорционально времени, а потом резко становится постоянным (рис. 16).

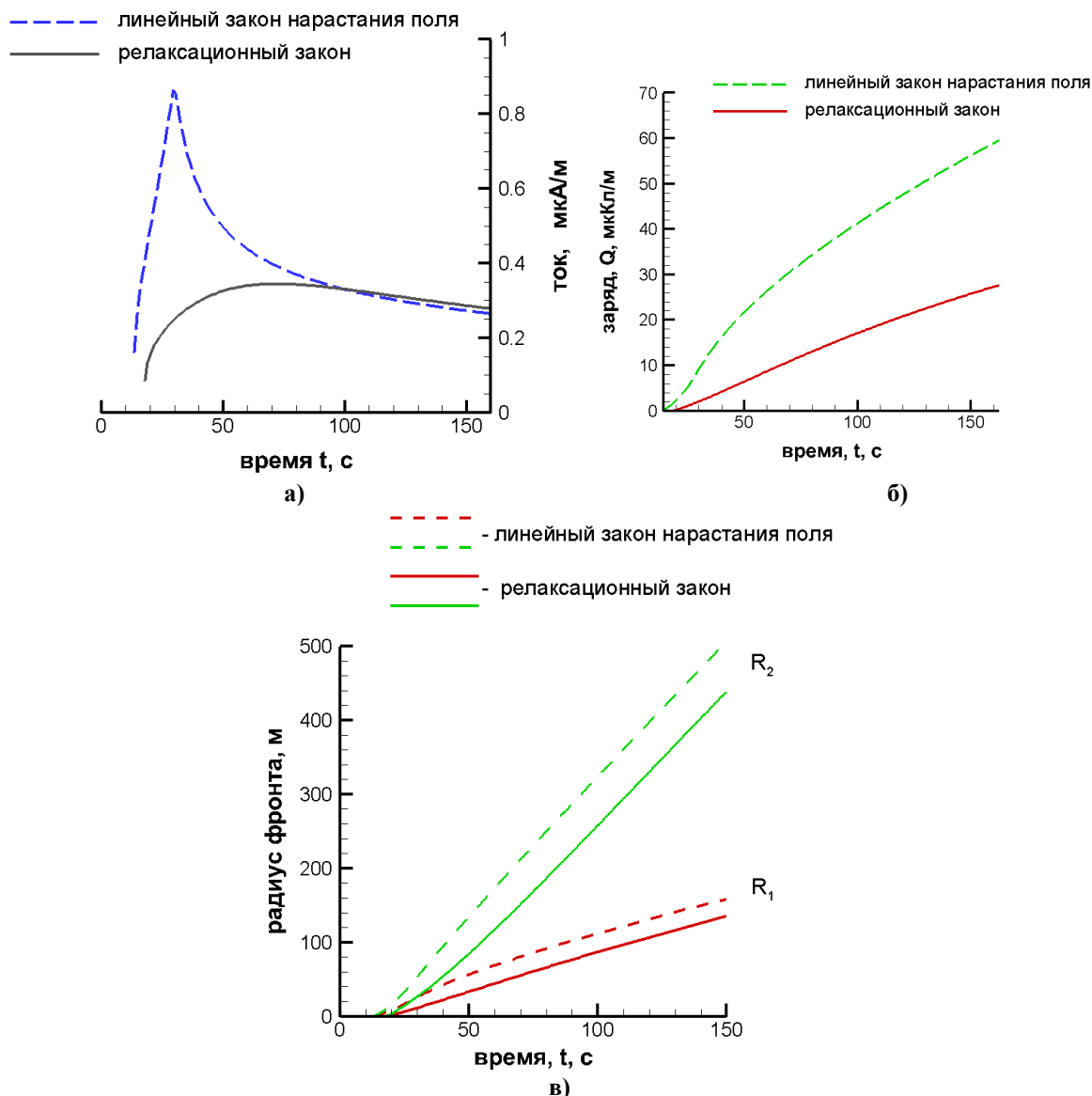


Рис. 16. Графики зависимости характеристик короны от закона нарастания электрического поля, которое меняется либо по линейному либо по релаксационному законам
 а) зависимость тока от времени; б) зависимость внедренного заряда от времени; в) зависимость размеров ионного облака от времени

Последний - ближе к истине. Линейный закон нарастания поля: $E(t) = E_{0\max} \cdot t / t < \tau$; $E(t) = E_{0\max}$, $t \geq \tau$; релаксационный закон – $E(t) = E_{0\max} \cdot (1 - \exp(-t / \tau))$. $h = 30$ м, $\tau = 30$ с, $r_0 = 0.7$ см, $E_{0\max} = 200$ В/см. R_1 – радиус ионного фронта по модели I, R_2 - по модели II.

Полученные результаты позволяют учитывать изменение параметров короны, формирующейся в электрическом поле грозового облака, вдоль его длины троса из-за его провеса, так как такие изменения входных параметров оказывают заметное влияние на коронный процесс, в некоторых случаях оно оказывается более существенным по сравнению с влиянием, связанным с реальным провесом тросов.

Заключение. Приведены расчетные теоретические зависимости, математическая постановка и алгоритм численного расчета двумерной задачи, составляющие основу для расчета мультитросовой молниезащиты, а также результаты расчетов тросовой молниезащиты трансформаторной подстанции на основе двумерного численного моделирования и сравнение результатов расчетов по аналитическим выражениям с результатами двумерного численного моделирования.

На основе проведенных расчетов были получены следующие результаты:

– сразу после зажигания короны распределение объемного заряда почти цилиндрически

симметрично. Однако на более поздней стадии и вдали от троса грозное поле уже сравнимо с полями, создаваемыми зарядом троса и объемными зарядами. В результате ионное облако приобретает форму вытянутой перевернутой капли.

– на малых расстояниях выше троса суммарное поле резко падает от порога зажигания короны до величины, меньшей неискаженного поля атмосферы, а потом растет до величины близкой к напряженности неискаженного поля атмосферы. На больших расстояниях от троса поле над грозотросом от высоты его подвеса практически не зависит и почти совпадает с напряженностью неискаженного поля атмосферы.

– плотность ионов вблизи троса уменьшается со временем, что связано с падением коронного тока на этой стадии. По направлению от троса вниз по вертикали плотность ионов уменьшается и обращается в нуль в точке, где электрическое поле, приводящее в движение ионы, меняет знак.

Библиография

1. Раков В.А., Рашиди Ф. Обзор исследований молнии и молниезащиты за последние 10 лет // Энергетика. Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №1. С. 24-47.
2. Bazelyan E.M., Raizer Yu.P., Aleksandrov N.L. 2008 Corona initiated from grounded objects under thunderstorm conditions and its influence on lightning attachment Plasma Sources Sci. Technol. 17 024015.
3. Zubov K.N. Математическая модель и программа для расчета зон защиты от прямых ударов молнии грунтах // Информационные технологии в проектировании и производстве. М.: ФГУП «ВИМИ», 2010. № 1. С. 84-89.
4. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. М.: Гардарики, 2001. 317 с.
5. Попов Е.Н. Механическая часть электропередачи. Амурский государственный университет. Благовещинск.1998. 190с.
6. Bazelyan E.M., Raizer Yu.P. 2000 The mechanism of lightning attraction and the problem of lightning initiation by lasers Phys. Usp. 43 701–16.
7. Mokrov M.S., Raizer Yu.P., Bazelyan E.M. 2013 Development of a positive corona from a long grounded wire in a growing thunderstorm field J. Phys. D: Appl. Phys. 46 455202.
8. Azarenok B.N. 2009 Generation of structured difference grids in two-dimensional nonconvex domains using mappings Comput. Math. Math. Phys. 49 797–809.
9. Ferziger J.H., Peric M. 2002 Computational Methods for Fluid Dynamics (Berlin: Springer).
10. Wesseling P 2001 Principles of Computational Fluid Dynamics (Berlin: Springer).

References

1. Rakov V.A., Rashidi F. Obzor issledovaniy molnii i molniyezashchity za posledniye 10 let [Review of lightning and lightning protection research over the past 10 years] // Energetika. Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbG-PU. 2010. №1. Pp. 24-47.
2. Bazelyan E.M., Raizer Yu.P., Aleksandrov N.L. 2008 Corona initiated from grounded objects under thunderstorm conditions and its influence on lightning attachment Plasma Sources Sci. Technol. 17 024015.
3. Zubov K.N. Matematicheskaya model' i programma dlya rascheta zon zashchity ot pryamykh udarov molnii gruntakh [Mathematical model and software for calculation of areas of protection from direct lightning strikes ground] // Informatsionnyye tekhnologii v proyektirovani i proizvodstve. M.: FGUP «VIMI», 2010. № 1. Pp. 84-89.
4. Bessonov L. A. Teoreticheskiye osnovy elektrotekhniki. Elektromagnitnoye pole [Theoretical foundations of electrical engineering. Electromagnetic field]. M.: Gardariki, 2001. 317 p.
5. Popov Ye.N. Mekhanicheskaya chast' elektroperedachi. [Mechanical part of power transmission] Amurskiy gosudarstvennyy universitet. Blagoveshchinsk.1998. 190с.
6. Bazelyan E.M., Raizer Yu.P. 2000 The mechanism of lightning attraction and the problem of lightning initiation by lasers Phys. Usp. 43 701–16.
7. Mokrov M.S., Raizer Yu.P., Bazelyan E.M. 2013 Development of a positive corona from a long grounded wire in a growing thunderstorm field J. Phys. D: Appl. Phys. 46 455202
8. Azarenok B N 2009 Generation of structured difference grids in two-dimensional nonconvex domains using mappings Comput. Math. Math. Phys. 49 797–809.
9. Ferziger J.H., Peric M. 2002 Computational Methods for Fluid Dynamics (Berlin: Springer).
10. Wesseling P 2001 Principles of Computational Fluid Dynamics (Berlin: Springer).

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, +7-4722-39-11-36, E-mail: elapk@mail.ru.

Соловьёв Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и

электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, +7-904-531-18-47, E-mail: ser-solovyev@mail.ru.

Килин Станислав Витальевич, преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, +7-920-561-09-74, E-mail: Kilin.St87@yandex.ru.

Яковлев Алексей Олегович, преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, + 7-904-084-53-35, E-mail: yakovlevao@gmail.com.

Information about authors

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-4722-39-11-36, E-mail: elapk@mail.ru.

Solovev Sergey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, +7-904-531-18-47, E-mail: ser-solovyev@mail.ru.

Kilin Stanislav Vitalevich, lecturer of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-920-561-09-74, E-mail: Kilin.St87@yandex.ru.

Iakovlev Alexey Olegovich, lecturer of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-904-084-53-35, E-mail: yakovlevao@gmail.com.

УДК 621.78.04

А.А. Веселовский

ПОВЫШЕНИЕ АБРАЗИВНОЙ СТОЙКОСТИ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ АПК ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

Аннотация: Чугунные детали дешевле стальных, и, поэтому замена стальных деталей где это возможно является актуальной задачей сегодняшнего машиностроения. Однако, износостойкость серых и высокопрочных чугунов, особенно при трении в присутствии абразивного материала в сравнении со сталями, прошедшими упрочняющую термическую обработку, очень низка. Поэтому в работе предлагается повысить износостойкость чугунных пар трения диффузионными покрытиями карбидообразующими элементами- ванадием, хромом и марганцем. Проведенными исследованиями установлено, что при испытаниях чугунных образцов с ванадиевым, хромовым и марганцевыми покрытиями на абразивный износ установлено, что наилучшей износостойкостью в данном виде испытаний обладают ванадиевые покрытия, а наихудшей – марганцевые покрытия. А в условиях ударно-абразивного изнашивания меньший массовый износ характерен для образцов с марганцевым $(2,7-6,3) \cdot 10^{-3}$ г., а наибольший- для образцов с ванадиевым покрытием- $(6,1-10,2) \cdot 10^{-3}$ г. Износ хромовых покрытий в данном виде испытаний составляет $(6,1-10,2) \cdot 10^{-3}$ г. Износ образцов из сталей 40ХН и 18ХГТ после упрочняющей обработки (заковки для стали 40ХН с последующим высокотемпературным отпуском и цементации для стали 18ХГТ с последующей закалкой и низким отпуском) составили соответственно $34 \cdot 10^{-3}$ г. и $54 \cdot 10^{-3}$ г. На основании проведенных исследований в работе приводится вывод, что при проектировании диффузионных износостойких покрытий на деталях из серого и высокопрочного чугуна необходимо учитывать характер работы деталей в узлах и сопряжениях, для деталей, работающих равномерно без толчков рекомендуется ванадиевое покрытие, если детали работают в знакопеременном режиме с переключением- рекомендуется марганцевое покрытие. И промежуточный случай- хромовое.

Ключевые слова: покрытия, диффузия, зубчатые передачи, чугун, ванадий, марганец, хром, износостойкость, работоспособность, металлизация.

INCREASING THE ABRASIVE RESISTANCE OF CAST IRON PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY AND MECHANISMS BY DIFFUSION METALLIZATION

Abstract: cast-Iron parts are cheaper than steel, and therefore the replacement of steel parts where possible is an urgent task of today's engineering. However, the wear resistance of gray and high-strength cast iron, especially when friction is present in the presence of an abrasive material, is very low compared to steels that have undergone hardening heat treatment. Therefore, it is proposed to increase the wear resistance of cast-iron friction pairs by diffusion coatings with carbide-forming elements-vanadium, chromium and manganese. Studies have shown that when testing cast iron samples with vanadium, chrome and manganese coatings for abrasive wear, it is established that the best wear resistance in this type of testing is vanadium coatings, and the worst – manganese coatings. And under conditions of shock-abrasive wear, the lower mass wear is typical for samples with manganese $(2,7-6,3) \cdot 10^{-3}$ g, and the highest-for samples with vanadium coating - $(6,1-10,2) \cdot 10^{-3}$ g. Wear of chrome coatings in this type of test is $(6.1-10.2) \times 10^{-3}$ g. Wear of samples from 40khn and 18KHGT steels after hardening treatment (quenching FOR 40khn steel with subsequent high-temperature tempering and cementation for 18KHGT steel with subsequent quenching and low tempering) was $34 \cdot 10^{-3}$ g and $54 \cdot 10^{-3}$ g, respectively. Based on the research, the paper concludes that when designing diffusion wear - resistant coatings on parts made of gray and high-strength cast iron, it is necessary to take into account the nature of the work of parts in nodes and interfaces. for parts that work evenly without shocks, a vanadium coating is recommended, if the parts work in alternating mode with switching, a manganese coating is recommended. And the intermediate case is chrome.

Keywords: coatings, diffusion, gears, cast iron, vanadium, manganese, chromium, wear resistance, performance, metallization.

Введение. Высокопрочный чугун, как конструкционный материал получает все большее распространение в сельскохозяйственном машиностроении. Чугунные изделия имеют достаточно высокую прочность и износостойкость, в меньшей мере, чем сталь чувствительны к концентраторам напряжений. Из него изготавливают шестерни огородных комбайнов, втулки балансиров трактора ДТ-54, ступицы колес, направляющие оси, шестерни тракторных сеялок, кольца и диски фрикционных муфт, зубья борон и т.д.

В автомобилях КАМАЗ из высокопрочного чугуна изготавливаются шестерни, муфты, звенья цепей, детали рулевого управления, в сеялках СУ-24, СУК-24, СУТ-47, СОН-28, СУБ-48В рабочие поверхности зуба отражателя и выталкивающего зуба изготавливаются из

чугуна, при износах проводят восстановление наплавкой и шлифовкой, что является очень трудоемкой операцией и граничит со стоимостью вновь приобретаемых деталей.

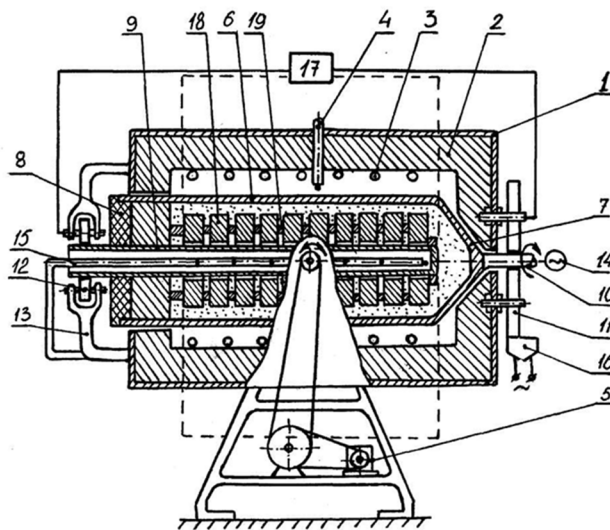
В случаях, когда надежность машин автомобильной, сельскохозяйственной и специальной техники определяется долговечностью трущихся поверхностей, износ которых при выбраковке по данным ГНУ ГОСНИТИ составляет не более 0,1-0,3 мм экономически выгодно применять термодиффузионные износостойкие покрытия [1]. Причем на чугунных деталях данные покрытия могут быть восстановлены повторным термодиффузионным насыщением.

Детали из высокопрочного чугуна с износостойкими покрытиями, способны конкурировать по надежности со стальными, прошедшими химико-термическую и последующую термическую обработки.

Методика проведения экспериментов. В качестве исследуемых материалов были выбраны распространенные марки чугунов- серого(СЧ 20) и высокопрочного (ВЧ60). В качестве насыщающих элементов выбраны ванадий, хром и марганец, которые содержатся в значимых количествах в следующих ферросплавах:

- феррованадий, марки ФВд 50У03 с содержанием ванадия не менее 50% по массе (ГОСТ 27130-94);
- ферромарганец, марки ФМн88, с содержанием марганца в среднем 88% по массе (ГОСТ 4755-91);
- феррохром высокоуглеродистый ФХ800 с содержанием хрома более 65%, углерода 8-8,5% и кремния не более 2% (ГОСТ 4757-91)

В качестве инертного наполнителя использовалась окись алюминия, активатором процесса служил хлористый аммоний. Упрочнение проводилось в установке, созданной на базе модернизированной печи СУОЛ, схема которой представлена на рисунке 1 [2].



1-камера нагрева; 2- цилиндрический муфель; 3- электронагреватель; 4- датчик температуры; 5- механизм поворота; 6- реторта; 7- реакционная порошковая шихта; 8- задняя крышка; 9- глухонная гильза; 10- вал; 11- передние катки; 12- задние катки; 13- электроизоляторы; 14- электропривод; 15- датчики температуры; 16- вибратор; 17- разгрузочно-погрузочное расположение реторты; 18- упрочняемые детали; 19- промежуточные вставки

Рис. 1. Установка для термодиффузионного насыщения

Подготовка материалов проводилась по методике работы [3]. Ферросплавы, предварительно раздробленные и размолотые в порошок, просеивались через сито с размером ячеек 1 мм. Реакционная шихта для термодиффузионного насыщения состояла из 60% (масс.) ферросплава, 40% оксида алюминия и 4% (сверх 100%) хлористого аммония.

После установки круглых образцов из ВЧ 60 в реакционную установку (см. рисунок 1) через промежуточные вставки засыпалась реакционная шихта, уплотнялась для исключения образования воздушных карманов, проводился нагрев до температуры 1000-1050⁰С с изо-

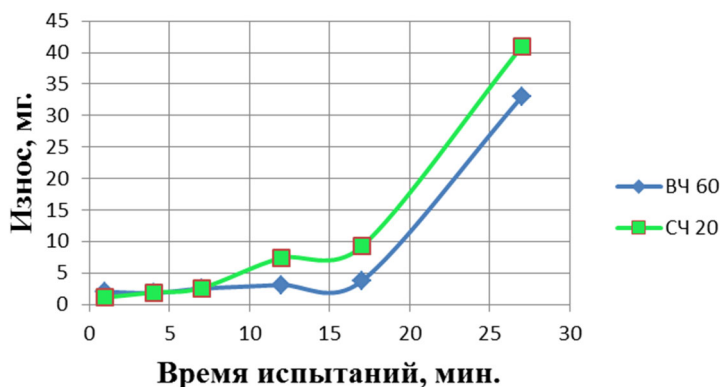
термической выдержкой 5 часов. После охлаждения реторта разбирались, образцы направлялись на дальнейшее исследование.

Испытания на абразивную износостойкость проводились в соответствии с ГОСТ 23.208-79. Сущность метода состоит в том, что при одинаковых условиях производится трение образцов исследуемого и эталонного материалов абразивными частицами, подаваемыми в зону трения и прижимаемыми к образцу вращающимся роликом. Измерялся износ исследуемого и эталонного образцов, а износостойкость испытуемого образца оценивалась путем сравнения с износом эталонного образца.

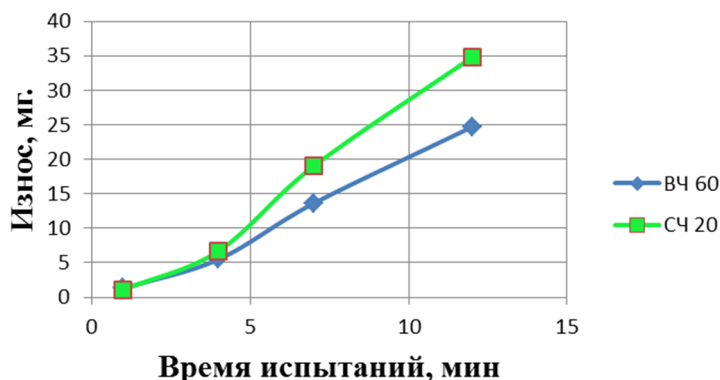
В процессе ударно-абразивных испытаний проявляется усталость микрообъемов металла, вызванная повторным приложением динамической нагрузки при упругом и упруго-пластическом контактах [4]. В основе механизма изнашивания лежит прямое динамическое внедрение в металл твердой частицы и связанная с ним деформация, завершающаяся разрушением микрообъемов металла с образованием частиц износа [5-9].

Результаты проведенных испытаний. Для открытых узлов трения, особенно при дефиците смазки и наличия частиц пыли в воздухе рабочей зоны, доминирующим видом износа рабочих поверхностей деталей является абразивный износ, а для узлов, работающих в реверсивном режиме при наличии разных скоростей - ударно-абразивный.

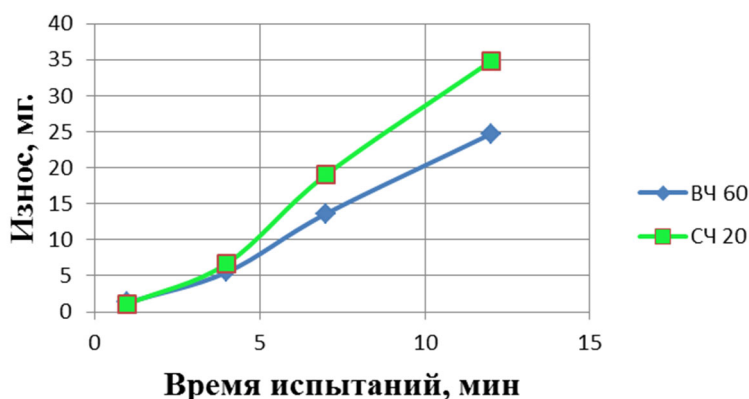
Результаты проведенных исследований по методике, изложенной выше, в виде графической интерпретации представлены на рисунок 2.



а)



б)



в)

а) ванадием; б) хромом; в) марганцем в условиях сухого абразивного истирания
Рис. 2. Влияние времени испытаний на величину массового износа чугунных образцов с термодиффузионным покрытием

В качестве сравнительной оценки износостойкости дополнительно к образцам из высокопрочного чугуна ВЧ 60, проводились испытания серого чугуна СЧ 20, упрочненного по данной технологии. Согласно данным рисунка 2 величина износа серого и высокопрочного чугуна для всех типов диффузионных покрытий отличается не значительно.

Для сравнения с износом чугунов с покрытием проводились испытания образцов из стали 40ХН после закалки и отпуска и сталь 18ХГТ после цементации, закалки и отпуска, которые применяются для изготовления зубчатых колес. Результаты испытаний стальных образцов представлены на рисунке 3.

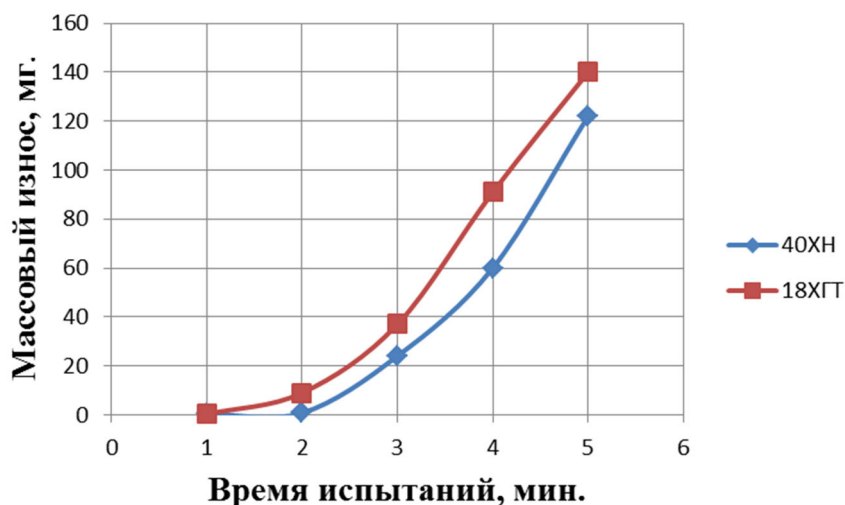


Рис. 3. Влияние времени испытаний на величину массового износа образцов

Сравнительный анализ результатов (рисунки 2 и 3) показал высокое значение износостойкости чугунных образцов с покрытием по сравнению со стальными образцами, прошедшими упрочняющую обработку.

При испытаниях на ударно-абразивную стойкость использовался в качестве абразивного материала электрокорунд с зернистостью 0,36 мм, число циклов испытаний составило 3000 ударов. Результаты испытаний представлены в виде столбиковой диаграммы на рисунке 4.

Низкими показателями надежности (рис. 4) характеризуются покрытия на сером и высокопрочном чугуне. Наиболее прочные и, одновременно хрупкие ванадиевые покрытия в силу низкой релаксации ударной нагрузки начинают выкрашиваться с появлением трещин на

границе с основой. В условиях ударно-абразивного истирания наилучшим образом зарекомендовали себя марганцевые покрытия.

Массовый износ образцов из стали 40ХН и 18ХГТ после упрочняющей обработки составил соответственно $34 \cdot 10^{-3}$ и $54 \cdot 10^{-3}$ г.

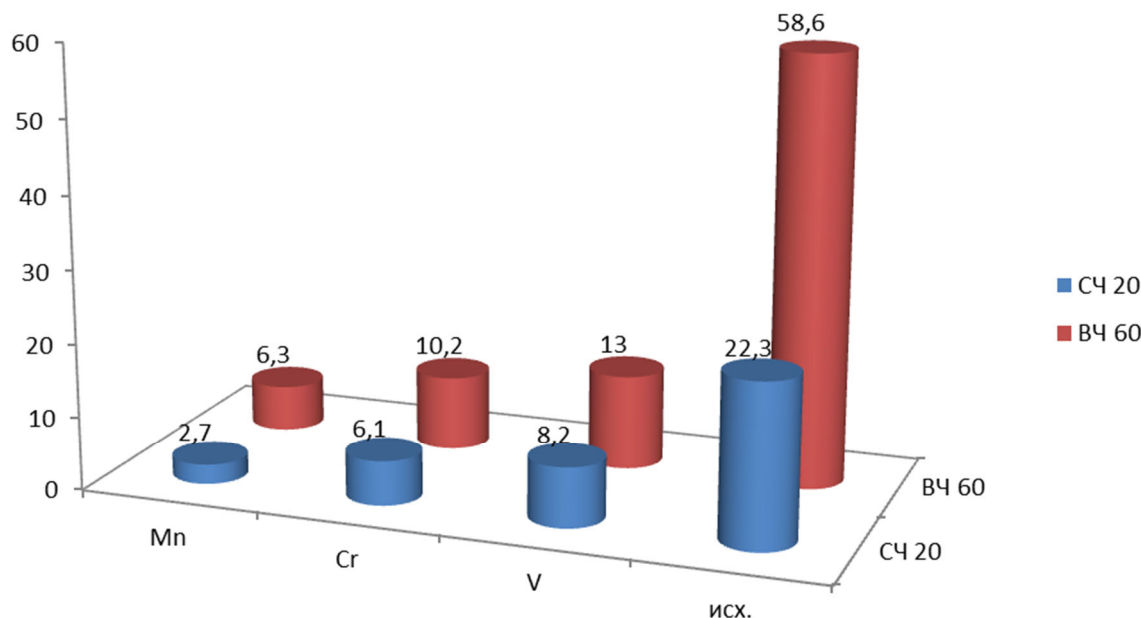


Рис. 4. Диаграмма массового износа образцов ($\times 10^{-3}$ гр.) из серого и высокопрочного чугуна с ванадиевым, марганцевым, хромовым покрытиями в исходном состоянии после 3000 циклов испытаний

Заключение. При проектировании диффузионных износостойких покрытий на деталях из серого и высокопрочного чугуна, необходимо учитывать характер работы деталей, работающих равномерно без толчков рекомендуется ванадиевое покрытие, если детали работают в знакопеременном режиме с переключением - рекомендуется марганцевое покрытие. И промежуточный случай - хромовое покрытие.

Библиография

1. Черновол М.И. Технологические основы восстановления деталей сельскохозяйственной техники композиционными покрытиями: дис. д-ра техн. наук.- М.: МИИСП, 1992. 257 с.
2. Веселовский А.А., Ерофеев В.В. Исследование износостойкости чугунных прямозубых зубчатых колес с термодиффузионными карбидными покрытиями в закрытых передачах// АПК России, 2019, т.26. №4. С. 508-515.
3. Ильин В.К. Восстановление и упрочнение деталей машин методами диффузионной металлизации: дис. д-ра техн. наук- Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2003. 240 с.
4. Веселовский А.А. Повышение срока службы чугунных деталей гидроцилиндров: монография- М.: Инфра-Инженерия, 2019. 140 с.
5. Юдников А.С., Рыжих Ю.Л. Эффективное упрочнение деталей почвообрабатывающей техники- актуальная проблема в сельском хозяйстве // Сборник научных трудов ГОСНИТИ, Т. 102, 2010.
6. Коломейченко А.В. Технологии повышения долговечности деталей машин восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей комбинированными методами: Автореферат дис. д-ра техн. наук. Москва, 2011. 32с.
7. Кулеева Т.В. Механохимическое поведение высокопрочных чугунов с шаровидным графитом: Автореф. дис. канд. техн. наук: Уфа, 2000. 24 с.
8. Андрейкив А.Е., Чернец М.В. Оценка контактного взаимодействия трущихся деталей машин // Наукова думка. Киев, 1991. 154 с.
9. Курбатов А.Н., Бестужев М.И. Зубчатые колеса из бейнитного высокопрочного чугуна // Литейное производство, 2009. №5. С.2-7.

10. Бабичев А.П. Справочник инженера-технолога в машиностроении. Ростов н/Д: Феникс, 2005. 541 с.

References

1. Chernovol M.I. Tekhnologicheskie osnovy vosstanovleniya detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki kompozicionnymi pokrytiami [Technological bases of restoration of details of agricultural machinery with composite coatings]: dis. Dr. Techn. Moscow: MIISP, 1992. 257 p.
2. Veselovsky A.A., Erofeev V.V. Issledovanie iznosostojkosti chugunnyh pryamozubyh zubchatyh koles s termodiffuzionnymi karbidnymi pokrytiami v zakrytyh peredachah [Research of wear resistance of cast-iron straight-tooth gears with thermosintered carbide coatings in closed gears] // Agro-industrial complex of Russia, 2019. Vol. 26. No. 4. Pp. 508-515.
3. Ilyin V.K. Vosstanovlenie i uprochnenie detalej mashin metodami diffuzionnoj metallizacii [Restoration and strengthening of machine parts by methods of diffusion metallization]: dis. Dr. Techn. Kazan: Kazan state power engineering University, 2003. 240p.
4. Veselovsky A.A. Povyshenie sroka sluzhby chugunnyh detalej gidrocilindrov [Increasing the service life of cast iron parts of hydraulic cylinders]: monograph -M.: Infra-Engineering, 2019. 140p.
5. Judnikov A.S. `Effektivnoe uprochnenie detalej pochvoobrabatyvajushej tekhniki- aktual'naja problema v sel'skom hozjajstve [Effective strengthening of details of tillage equipment - an actual problem in agriculture] // Collection of scientific papers of GOSNITI, vol. 102, 2010.
6. Kolomejchenko A.V. Tekhnologii povysheniya dolgovechnosti detalej mashin vosstanovleniem i uprochneniem rabochih poverhnostej kombinirovannymi metodami [Technologies for improving the durability of machine parts by restoring and strengthening working surfaces using combined methods]: abstract of the dis. of Dr. tech. sciences'. Moscow., 2011. 32 p.
7. Kuleva T.V. Mekhanohimicheskoe povedenie vysokoprochnyh chugunov s sharovidnym grafitom [Mekhanohimicheskoe povedenie vysokoprochnyh chugunov s sharovidnym grafitom]: Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: Ufa, 2000. 24 p.
8. Andreykiv A.E., Chernets M. V. Ocenka kontaktnogo vzaimodejstviya trushchihsya detalej mashin [Evaluation of contact interaction of rubbing machine parts] // Naukova Dumka, Kiev. 1991. 154 p.
9. Kurbatov A.N. Zubchatye koleasa iz bejnitnogo vysokoprochnogo chuguna [Gear wheels made of bainite high-strength cast iron] // Foundry production, 2009. No. 5. Pp. 2-7.
10. Babichev A.P. Spravochnik inzhenera-tekhnologa v mashinostroenii [Reference book of the engineer-technologist in mechanical engineering] : Rostov-on-Don: Phoenix, 2005. 541 p.

Сведения об авторе

Веселовский Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации технического сервиса, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, Проспект Ленина 76, г. Челябинск, Челябинская обл. Россия, 354079, E-mail: a_a_ves@mail.ru

Information about author

Veselovsky Alexander Alexandrovich, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of technology and organization of technical service, South Ural state UNIVERSITY, Lenin Avenue 76, Chelyabinsk, Chelyabinsk region, Russia, 354079, E-mail: a_a_ves@mail.ru.

УДК 631.365.001.6: 635.61:65.011

А.А. Добрицкий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУШИЛКИ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Плоды бахчевых культур являются диетическим продуктом питания и используются в лечебных целях, а также из-за значительного количества каротина в плодах используются в витаминной промышленности, в изготовлении ряда лекарственных препаратов и являются ценным сырьем для парфюмерной промышленности. Получение высоких урожаев этих культур требует наличия достаточного количества семенного материала хорошего качества. Таким образом, механизация процесса выделения семян и их предпосевной подготовки бахчевых культур актуальна. Затраты на повышение качества семенного материала бахчевых культур определяется эффективностью применяемых способов сушки и сушильных установок. Сушильное оборудование, применяемое в семеноводческих предприятиях, малоэффективно и не позволяет за один пропуск довести свежесвыделенные высоковлажные семена бахчевых культур (ВСБК) до кондиционной влажности. На основании обзора и анализа конструкций сушилок и сушильного оборудования ВСБК нами была выдвинута рабочая гипотеза, которая позволила обосновать конструктивно-технологическую схему, а также разработать конструкцию сушилки ВСБК непрерывного действия, 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. К основным показателям работы сушилки 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. Исходя из предварительных теоретических исследований и вышеизложенного в данной статье предложено математическое выражение, которое с достаточной степенью адекватности позволяет определить теоретическую производительность работы предлагаемой сушилки ВСБК непрерывного действия, в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу с учетом ее конструктивных особенностей. На основании предложенного выражения полученная зависимость производительности сушилки позволяет подобрать рациональную частоту вращения ворошилок внутри камеры сушки, которая обеспечит требуемую транспортную способность ворошилок, при разной производительности предложенной сушилки и подачи семенного материала в камеру сушки.

Ключевые слова: сушка, технологический процесс, бахчевые, высоковлажные семена, дифференцированный подвод тепла, сушилка, качество.

DETERMINATION OF THE PERFORMANCE OF THE DRYER FOR HIGH-MOISTURE SEEDS OF MELONS CROP

Abstract. The fruits of melons and gourds are a dietary food product and are used for medicinal purposes, as well as, due to the significant amount of carotene in the fruits, they are used in the vitamin industry, in the manufacture of a number of medicines and are a valuable raw material for the perfume industry. High yields of these crops require a sufficient supply of good quality seed. Thus, the mechanization of the process of seed extraction and their pre-sowing preparation of melons and gourds is relevant. The cost of improving the quality of the seed material of melons and gourds is determined by the effectiveness of the methods of drying and drying installations. Drying equipment used in seed-growing enterprises is ineffective and does not allow for one pass to bring freshly isolated high-moisture seeds of melons and gourds to the conditioned humidity. Based on the review and analysis of the designs of dryers and drying equipment of the seeds with high moisture content, we put forward a working hypothesis, which made it possible to substantiate the design-technological scheme, as well as to develop the design of the seeds with high moisture content continuous-action dryer, in which the principle of differentiated heat supply to the forcedly mixed material is implemented. Such a supply of heat is necessary to prevent "cracking" of seeds during drying when using a drying agent temperature close to the maximum permissible. The main performance indicators of the seeds with high moisture content dryer include: productivity, power costs and quality of the seeds obtained (seed germination, their purity and sowing capacity after drying). It is extremely difficult to mathematically determine the quality of the seeds obtained, therefore it is advisable to determine them experimentally. Based on the preliminary theoretical studies and the above, a mathematical expression is proposed in this article, which, with a sufficient degree of adequacy, allows us to determine the theoretical performance of the proposed continuous-action seeds with high moisture content dryer, in which the principle of differentiated heat supply to the forcibly mixed material is implemented, taking into account its design features. On the basis of the proposed expression, the obtained dependence of the dryer performance allows you to select a rational rotation frequency of the tedders inside the drying chamber, which will provide the required transport capacity of the tedders, with different productivity of the proposed dryer and the supply of seed to the drying chamber.

Keywords: drying, technological process, melons, seeds with high moisture content, differentiated heat supply, dryer, quality.

Введение. Среди мер, способствующих повышению производства и улучшению качества продукции бахчевых культур, большое значение имеет хорошо организованное семеноводство, позволяющее полностью обеспечить аграрный комплекс высококачественными семенами. Достичь увеличения производства семян бахчевых культур, которые на сегодняшний день не удовлетворяют потребностям, требует создания современных средств механизации.

Затраты на повышение качества семенного материала бахчевых культур определяется эффективностью применяемых способов сушки и сушильных установок. Сушильное оборудование, применяемое в семеноводческих предприятиях, малоэффективно и не позволяет за один пропуск довести свежесобранные высоковлажные семена бахчевых культур (ВСБК) до кондиционной влажности. Поэтому часто приходится осуществлять двух-трех кратную сушку, что естественно увеличивает трудоемкость и энергоемкость процесса.

Естественный способ сушки, который является малоэффективным, требует солнечной погоды, наличия площадей растила, а также необходимости осуществления ручного перемешивания в процессе сушки. Поэтому снижение трудоемкости и повышение эффективности при производстве качественного семенного материала бахчевых культур можно достигнуть путем усовершенствования существующих технологий, систем машин и принятия новых конструктивных решений.

На основании обзора и анализа конструкций сушилок и сушильного оборудования ВСБК [1-3] нами была выдвинута рабочая гипотеза, которая позволила обосновать конструктивно-технологическую схему, а также разработать конструкцию сушилки ВСБК непрерывного действия [4, 5], в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу. Под дифференцированным подводом тепла следует понимать поступление теплоносителя в зону предварительно просушенных семян, выдерживающих более высокую температуру, а затем при меньшей температуре в зону с семенами высокой влажности. Такой подвод тепла необходим для предотвращения «растрескивания» семян в процессе сушки при использовании температуры сушильного агента близкой к предельно допустимой [4-6].

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 теплообмена, математического моделирования технологических процессов и основных положениях высшей математики, теоретической механики, физики.

Результаты исследований и их обсуждение. К основным показателям работы сушилки 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.

Предложенная нами конструкция сушилки непрерывного действия [4, 5] представляет собой цилиндрическую шахту, разделенную по высоте на секции с центральным вертикальным валом, проходящим через все секции. В рабочей зоне каждой секции на валу устанавливается ворошилки, обеспечивающие перемешивание и продвижение семян по газораспределительному решету каждой секции сверху вниз, при этом агент сушки направлен противоток к семенному материалу обеспечивая при этом необходимый принцип дифференцированного подвода тепла. Такое конструкторское решение сушилки позволяет использовать предельно допустимую температуру сушильного агента в процессе осуществления сушки без потери качества семенного материала.

Исходя из конструктивных особенностей предлагаемой сушилки кроме основных показателей ее работы на сам процесс сушки высоковлажных семян бахчевых культур (ВСБК) влияют такие параметры, как температура и удельный расход сушильного агента, потери

напора, количество секций камеры сушки и продолжительность продувания секции, а также количество зубьев гибких рабочих элементов ворошилки и их частота вращения.

Исходя из вышеизложенного и проведенных предварительных теоретических исследований [7] по обоснованию рабочего процесса сушки ВСБК с дифференцированным подводом тепла к принудительно перемешиваемому материалу целесообразно определить теоретическую производительность предлагаемой сушилки с учетом ее конструктивных особенностей.

Предположив, что сушилка ВСБК непрерывного действия работает как транспортер, перемещающий семенной материал, ее производительность можно определить по формуле:

$$Q = \frac{V_{\text{сем.мат.}} \cdot M}{S} \cdot 3600, \text{ кг/час}, \quad (1)$$

где $V_{\text{сем.мат.}}$ – скорость перемещения материала по решетке секций, м/с;

M – масса семенного материала, находящегося на решетке секции, кг;

S – пройденный путь семенного материала по секциям сушилки, м.

Для определения скорости перемещения материала по решетке сушильной камеры необходимо составить дифференциальные уравнения движения материальной точки.

Скорость движения семени под действием ворошилки по газораспределительному решетку определим на основании уравнения силового баланса (рис. 1) [8, 9]:

$$m\bar{a}_r = \sum F_1 + \bar{G} + \bar{\Phi}_c^y + \bar{\Phi}_c^x. \quad (2)$$

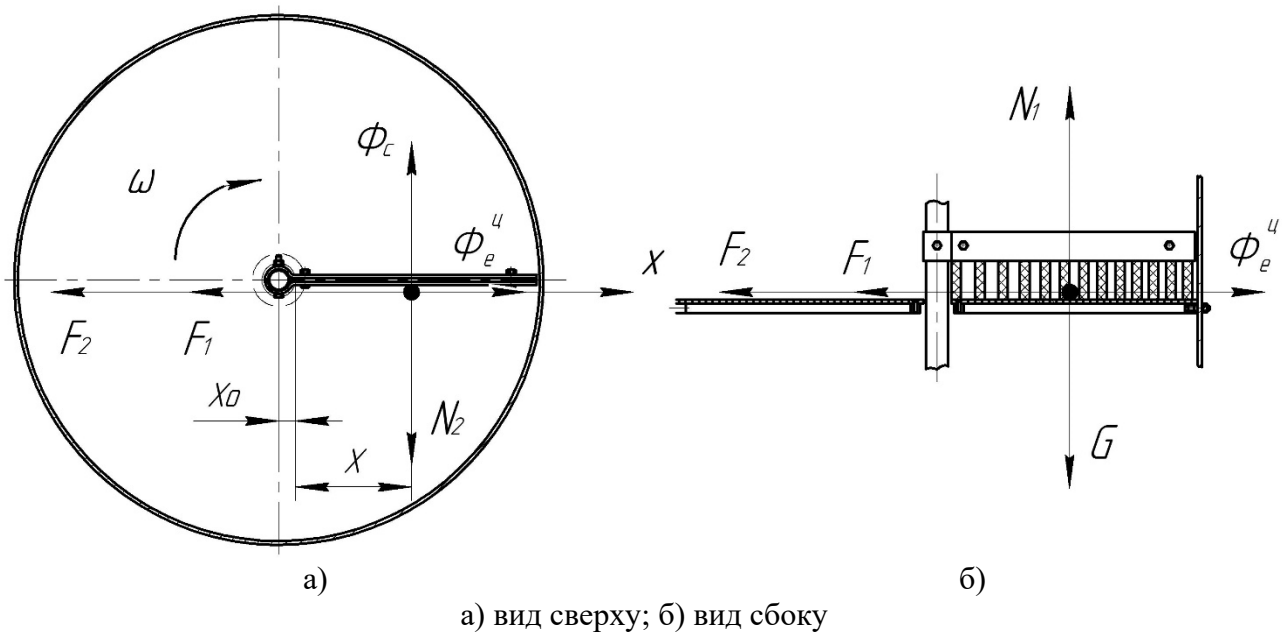


Рис. 1. Схема сил, действующих на семя в процессе перемещения ее по секции сушилки

В процессе движения семени по секции сушильной камеры на нее действуют такие силы: Кориолиса сила Φ_c ; центробежная сила инерции Φ_e^y ; сила трения о решетку F_1 ; сила трения о зуб ворошилки F_2 ; нормальные реакции опоры N_1, N_2 .

Дифференциальное уравнение движения материальной точки запишется в следующем виде [8-10]:

$$m\ddot{x} = \Phi_c^y - F_1 + F_2 \quad (3)$$

Центробежная сила инерции определяется выражением:

$$\Phi_c^y = m\omega^2(x_0 + x), \quad (4)$$

где m – масса семени, кг;

ω – угловая скорость, с^{-1} ;

x – расстояние от центра вращения к семени, м;

x_0 – расстояние, равное радиусу вала ворошилок, м.

Сила трения семян о газораспределительное решето составит [7-9]:

$$F_1 = f_1 \cdot N_1 = f_1 \cdot G = fmg, \text{ Н} \quad (5)$$

где f_1 – коэффициент трения семян по газораспределительному решету;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Сила трения семян о зуб ворошилки:

$$F_2 = f_2 \cdot N_2 = f_2 \cdot \Phi_c = f_2 \cdot m \cdot 2 \cdot \omega \cdot V_r \cdot \sin(\omega; V_r) = 2 \cdot f_2 \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{x} \cdot \sin 90^\circ = 2 \cdot f_2 \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{x}, \quad (6)$$

где f_2 – коэффициент трения семян по резине;

V_r – относительная скорость перемещения семени, м/с.

Нормальная реакция $N_2 = \Phi_c = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot x$, тогда

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= m\omega^2(x_0 + x) - f \cdot m \cdot g - 2f_2 \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{x}, \\ \ddot{x} &= \omega^2(x_0 + x) - f_1 \cdot g - 2f_2 \cdot \omega \cdot \dot{x} = \omega^2 \cdot x + \omega^2 \cdot x_0 - f_1 \cdot g - 2f_2 \cdot \omega \cdot \dot{x}, \\ \ddot{x} + 2f_2 \cdot \omega \cdot \dot{x} - \omega^2 \cdot x &= \omega^2 \cdot x_0 - f_1 \cdot g, \\ x &= \bar{x} + \check{x}, \end{aligned} \quad (7)$$

где \bar{x} соответственно общее решение однородного уравнения:

$$\ddot{x} + 2f_2 \cdot \omega \cdot \dot{x} - \omega^2 \cdot x = 0,$$

\check{x} частное решение не однородного дифференциального уравнения (7):

Принимаем $\check{x} = z^2$; $\dot{x} = z$; $x = 1$. Тогда $z^2 + 2f_2 \cdot \omega \cdot z - \omega^2 = 0$;

$$\begin{aligned} a &= 1; b = 2f_2\omega; c = \omega^2; az^2 + b \cdot z - c = 0; z_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4ac}}{2a}; \\ z_{1,2} &= \frac{-2f_2\omega \pm \sqrt{4f_2^2\omega^2 + 4\omega^2}}{2} = \frac{-2f_2\omega \pm \sqrt{4\omega^2(f_2^2 + 1)}}{2} = \frac{2f_2\omega \pm 2\omega\sqrt{f_2^2 + 1}}{2}, \end{aligned}$$

Находим корни $z_{1,2} = -f_2\omega \pm \omega\sqrt{f_2^2 + 1}$; $z_1 = -f_2\omega + \omega\sqrt{f_2^2 + 1}$; $z_2 = -f_2\omega - \omega\sqrt{f_2^2 + 1}$,

z_1 и z_2 корни действительные. Следовательно, общее решение будет иметь вид:

$$\bar{x} = e^{-f_2\omega t} \cdot \left(c_1 \cdot e^{\omega\sqrt{f_2^2+1}t} + c_2 e^{-\omega\sqrt{f_2^2+1}t} \right) + B, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} (x)' &= -f_2 \cdot \omega \cdot e^{-f_2\omega t} \cdot \left(c_1 \cdot e^{\omega\sqrt{f_2^2+1}t} + c_2 e^{-\omega\sqrt{f_2^2+1}t} \right) + \\ &+ e^{-f_2\omega t} \cdot \left(c_1 \cdot \omega \cdot \sqrt{f_2^2 + 1} \cdot e^{\omega\sqrt{f_2^2+1}t} - c_2 \cdot \omega\sqrt{f_2^2 + 1} \cdot e^{\omega\sqrt{f_2^2+1}t} \right) \end{aligned}$$

$(x)' = (B)' = 0$; $(\check{x})'' = (B)'' = 0$ Подставляя в уравнение (7) получим:

$$\begin{aligned} \omega^2 b &= \omega^2 \cdot x_0 - f_1 \cdot g \rightarrow B = \frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0, \\ x' &= -c_1 \cdot f_2 \cdot \omega \cdot e^{-f_2\omega t} e^{\omega\sqrt{f_2^2+1}t} - c_2 f_2 \cdot \omega \cdot e^{-f_2\omega t} \cdot e^{-\omega\sqrt{f_2^2+1}t} + c_1 \cdot \omega\sqrt{f_2^2 + 1} \cdot e^{-f_2\omega t} \cdot e^{\omega\sqrt{f_2^2+1}t} - \\ &- c_2 \cdot \omega\sqrt{f_2^2 + 1} \cdot e^{-f_2\omega t} \cdot e^{-\omega\sqrt{f_2^2+1}t} \\ x' &= \omega \left(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2 \right) \cdot c_1 \cdot e^{(\sqrt{f_2^2+1}-f_2)\omega t} - \omega \cdot \left(\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2 \right) \cdot c_2 \cdot e^{-(\sqrt{f_2^2+1}+f_2)\omega t}, \end{aligned} \quad (9)$$

c_1 и c_2 найдем из начальных условий $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = 0$ из 2-го $0 = c_1 + c_2 + B$

Из 3-го $0 = \omega \left(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2 \right) \cdot c_1 - \omega \left(\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2 \right) \cdot c_2$, следовательно

$$c_1 = -\frac{B \left(\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2 \right)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}}; c_2 = -\frac{B \left(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2 \right)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}};$$

Подставляя c_1 , c_2 и B в уравнение (7) и (8) получим уравнение пути движения семян за определенное время:

$$S' = -e^{-f_2 \omega t} \left[\frac{\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0 \right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \cdot e^{\omega \sqrt{f_2^2 + 1} t} \right] - \left[\frac{\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0 \right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \cdot e^{-\omega \sqrt{f_2^2 + 1} t} \right] + \frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0, \text{ м}, \quad (10)$$

где t – время, с.

Относительная скорость перемещения семян составит:

$$V_r = \omega \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \left[\frac{\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0 \right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \cdot e^{(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \omega \cdot \Delta t} \right] - \omega (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \left[\frac{\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0 \right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \cdot e^{-(\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \omega \cdot \Delta t} \right], \text{ м/с}. \quad (11)$$

Задавшись переменным значением времени и подставляя его в уравнение (10) была получена зависимость пройденного пути семян за определенное время (рис. 2). Зная длину ворошилки $L_{вор}$ определено время Δt .

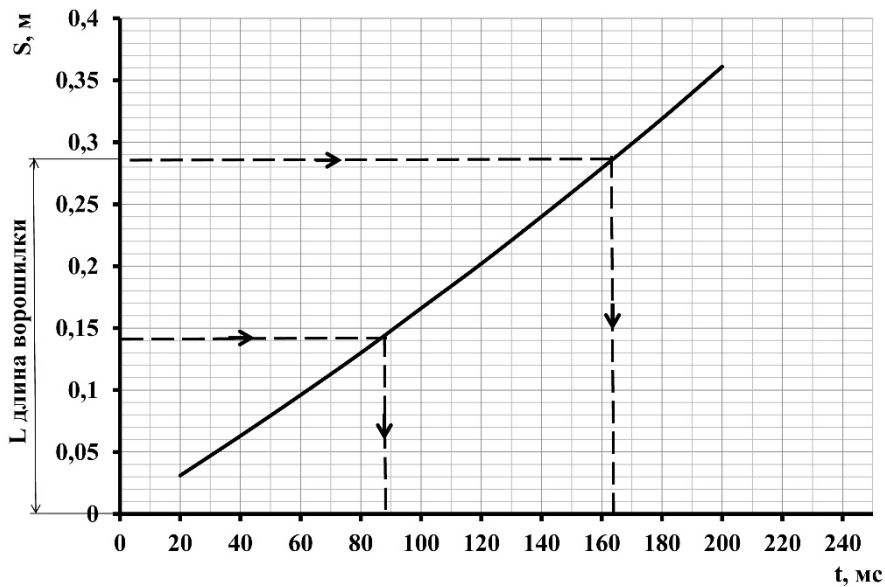


Рис. 2. Зависимость пройденного пути семян от времени

Подставляя время Δt в уравнение (11) найдем среднюю относительную скорость перемещения семени внутри камеры сушки V_r пользуясь полученным графиком (рис. 3) в результате расчетов дифференциального уравнения (11).

Переносную скорость семени определяли по формуле:

$$V_e = \frac{\pi \cdot n \cdot r}{30}, \text{ м/с}, \quad (12)$$

где n – частота вращения ворошилки, об/мин;

r – радиус вектор, м.

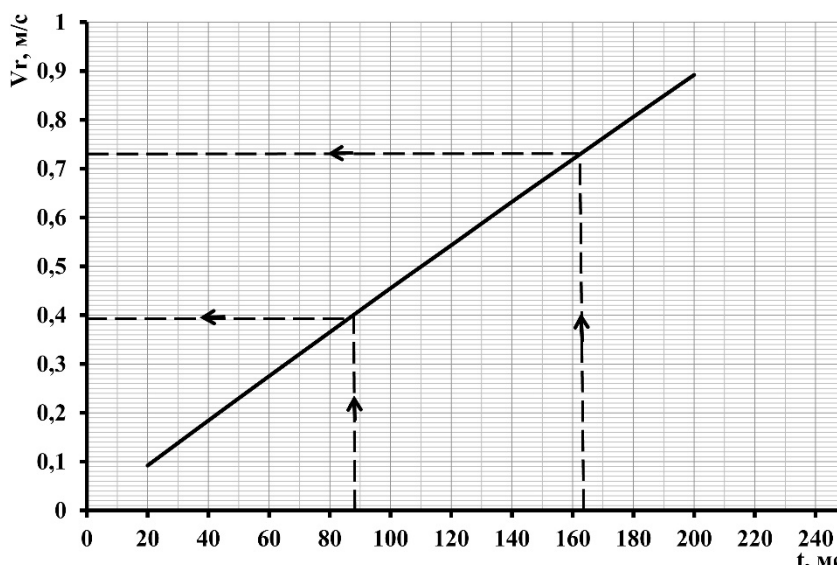


Рис. 3. Определение относительной скорости V_r перемещения семенного материала

На основании выражений (11) и (12) с учетом уравнения (10) абсолютная скорость семени определяется по формуле:

$$V_a = \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot n \cdot r}{30}\right)^2 + \left[\begin{aligned} &\omega \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \frac{\left[\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0\right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2)\right] \cdot e^{(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \omega \Delta t}}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \\ &- \omega (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \frac{\left[\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0\right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2)\right] \cdot e^{-(\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \omega \Delta t}}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \end{aligned} \right]^2}, \text{ м/с. (13)}$$

С учетом конструктивных особенностей ворошилок, окончательная скорость семенного материала по секциям сушилки составит:

$$v_c = \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot n \cdot r}{30}\right)^2 + \left[\begin{aligned} &\omega \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \frac{\left[\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0\right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2)\right] \cdot e^{(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \omega \Delta t}}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \\ &- \omega (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \frac{\left[\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0\right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2)\right] \cdot e^{-(\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \omega \Delta t}}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \end{aligned} \right]^2} \cdot \Omega, \text{ м/с, (14)}$$

где Ω – коэффициент заполнения рабочего пространства зубьями ворошилки.

Коэффициент заполнения рабочего пространства зубьями ворошилок гибких рабочих элементов можно определить по формуле:

$$\Omega = \frac{\sum L_3}{n_i \cdot L_{\text{вор}}}, \quad (15)$$

где L_3 – ширина зуба ворошилки, м (рис. 4-а);

$L_{\text{вор}}$ – общая длина ворошилки, м;

n_i – количество семян на решетке секции по высоте слоя (рис.4-б).

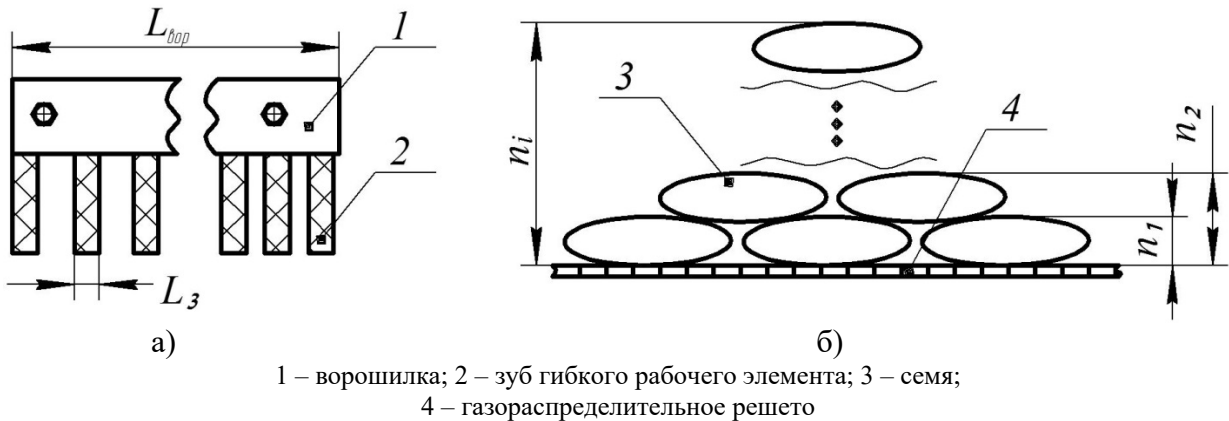


Рис. 4. К определению коэффициента заполнения рабочего пространства зубьями ворошилки

С учетом определенных расчетами значений конструктивных параметров сушильной установки и начальной влажности семян на основании предложенных ранее математических уравнений [7] было определено, что для обеспечения эффективного использования технологического процесса сушки необходимо использовать семь секций сушилки и одну секцию для обеспечения выгрузки семенного материала из камеры сушки. Зная рациональное количество секций сушилки Z_c , можно определить пройденный путь семенного материала по секциям сушилки:

$$S = \frac{L_{сек}}{2} \cdot Z_c = \pi \cdot r \cdot Z_c, \text{ м}, \quad (16)$$

где $L_{сек}$ – длина окружности секции сушилки, м;
 Z_c – количество секций сушилки.

С учетом формулы (1) и на основании выражений (14) и (16) производительность предлагаемой сушилки ВСБК можно рассчитать по формуле:

$$Q = \frac{\left(\left(\frac{\pi \cdot n \cdot r}{30} \right)^2 + \left[\begin{array}{l} \omega \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2) \cdot \left[\frac{\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0 \right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \cdot e^{(\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2)\omega \Delta x} \right] \\ - \omega \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2) \cdot \left[\frac{\left(\frac{f_1 \cdot g}{\omega^2} - x_0 \right) \cdot (\sqrt{f_2^2 + 1} - f_2)}{2\sqrt{f_2^2 + 1}} \cdot e^{- (\sqrt{f_2^2 + 1} + f_2)\omega \Delta x} \right] \end{array} \right]^2 \right)}{\pi \cdot r \cdot Z_c} \cdot \Omega \cdot (h_c \cdot S_{сек} \cdot \rho) \cdot 3600, \text{ кг/ч}, \quad (17)$$

где h_c – общая толщина слоя семян, м;
 $S_{сек}$ – площадь рабочей поверхности газораспределительного решета секции, м²;
 ρ – объемная масса семенного слоя, кг/м³.

По результатам расчетов, на основании выражения (17), была построена теоретическая зависимость производительности предлагаемой сушилки ВСБК, в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу с учетом подачи семян в сушильную камеру от частоты вращения ворошилок (рис. 5) со следующими режимами работы: температура сушильного агента на входе в камеру сушки 50°C; начальная влажность семян 33%; количество секций камеры сушки 8 (с учетом секции

для выгрузки семенного материала); подача семян от 18 до 24 кг/ч; расход сушильного агента 1,7 кг/с.

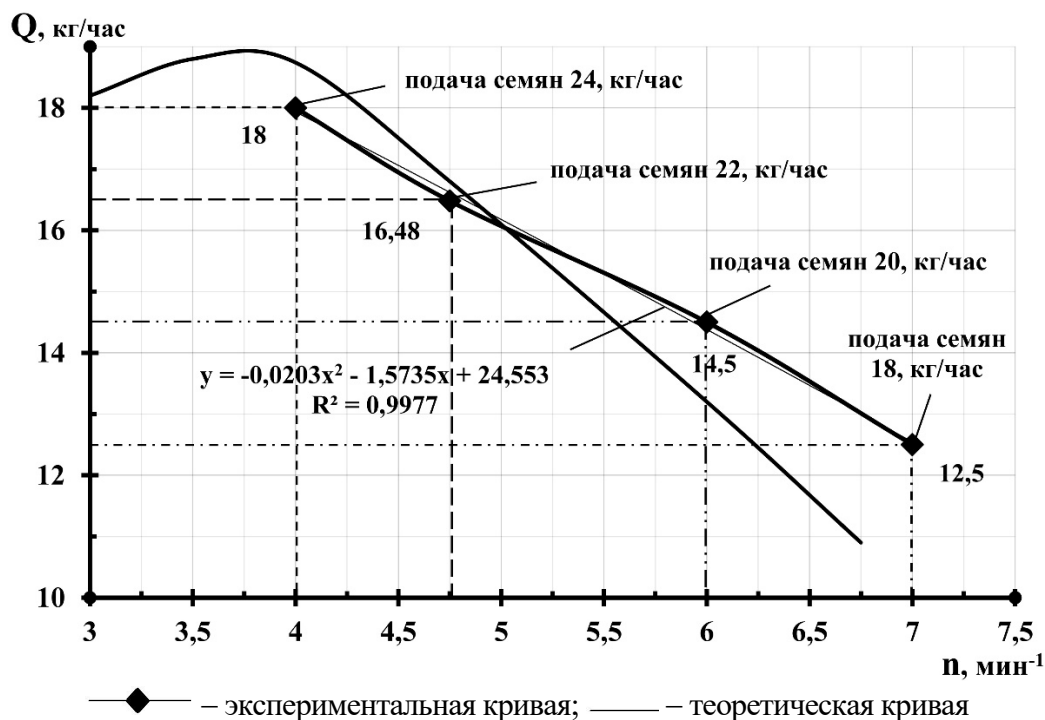


Рис. 5. Зависимость производительности сушилки ВСБК с учетом подачи семян в сушильную камеру от частоты вращения ворошилок

При вышеперечисленных режимах работы предлагаемой сушилки ВСБК максимальная теоретическая производительность, согласно графика (рисунок 5), достигается в интервале значений частоты вращения ворошилок секций от 3 до 4,25 мин⁻¹, что совпадает со значениями, полученными экспериментальным путем [11], а, следовательно, предложенный теоретический расчет производительности сушилки является в достаточной степени адекватным. Расхождение результатов теоретических и экспериментальных исследований производительности сушилки ВСБК составила в пределах 4-10%.

Выводы. 1. Полученное выражение (17) с достаточной степенью адекватности позволяет определить теоретическую производительность работы предлагаемой сушилки ВСБК непрерывного действия, в которой реализован принцип дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу.

2. Полученная зависимость производительности сушилки (рисунок 5) позволяет подобрать рациональную частоту вращения ворошилок внутри камеры сушки, которая обеспечит требуемую транспортную способность ворошилок, при разной производительности предложенной сушилки и подачи семенного материала в камеру сушки.

3. Проведенные теоретические исследования, включая предложенное выражение для определения производительности сушилки, позволили обосновать рабочий процесс сушки ВСБК в сушилке непрерывного действия с дифференцированным подводом тепла к принудительно перемешиваемому материалу и определить ее более точные конструктивно-технологические параметры:

- для обеспечения эффективного технологического процесса сушки с начальной влажностью семян 33%, необходимо использовать семь секций сушилки и одну секцию для обеспечения выгрузки семенного материала из камеры сушки;
- диаметр каждой секции должен находиться в пределах 0,58-0,65 метров;
- подача семян в камеру сушки должна находиться в пределах 18-24 кг/ч;
- расход сушильного агента должен быть не ниже 0,7 кг/с;

- температура сушильного агента должна быть в пределах 50°C;
- рациональная частота вращения ворошилок при максимальной производительности сушилки 3-4,25 мин⁻¹.

Бібліографія

1. 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.
2. Голубкович А. В. Теория и технология сушки семян овощных и бахчевых культур Москва: ВО Агропромиздат, 1987. С. 141.
3. Евсюков В.А., Чекановкин А.А., Фесенко А.В., Тарасов С.П. Совершенствование технологического процесса сушки семян тыквы // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет». 2019. № 7-2. С. 524-532.
4. Добрицкий А.А., Вольвак С.Ф. Сушилка семян бахчевых культур // Сельский механизатор, 2019. № 12 С. 20-21.
5. Добрицкий А.А. Сушилка семян овощебахчевых культур // Материалы национальной научно-практической конференции «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.
6. 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. С. 35.
7. 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.
8. Shoup T. A Practical guide to computer methods for engineers/ University of Houston. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs. N.J., 1979
9. Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А., Вольвак С.Ф., Несвит В.Д. Техническая механика. Курсовое проектирование: учебное пособие // 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2020. С. 236.
10. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Теоретическое исследование технологического процесса подбора початков кукурузы барабанным питателем // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения». п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 117–126.
11. 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. 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. S. 100 – 105.
2. 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. S. 141.
3. Yevsyukov V.A., Chekanovskiy A.A., Fesenko A.V., Tarasov S.P. Sovershenstvovaniye tekhnologicheskogo protsessa sushki semyan tykvy [Improvement of technological process of drying of pumpkin seeds] // Nauchnyy vestnik gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya Luganskoy Narodnoy Respubliki «Luganskiy natsionalnyy agrarnyy universitet» 2019. № 7-2. S. 524-532.
4. Dobritskiy A.A. Volvak S.F. Sushilka semyan bakhchevykh kultur [Dryer seeds melons crops] // Selskiy mekhanizator, 2019. № 12 S. 20-21.
5. 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. S. 132-138.
6. 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. S. 35.
7. 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. S. 138-140.

8. Shoup T. A practical guide to computer methods for engineers / University of Houston. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs. N.J., 1979.

9. Bakharev D.N., Dobrickiy A.A., Volvak S.F., Nesvit V.D. Tekhnicheskaya mekhanika. Kursovoye proyektirovaniye [Technical mechanics. Course design] // Uchebnoye posobiye 2-e izd. ster. Moskva: INFRA-M, 2020. S. 236.

10. Baharev D.N Volvak S.F. Teoreticheskoe issledovanie tekhnologicheskogo processa podbora pochatkov kukuruzy barabannym pitatelem [Theoretical study of the technological process of selecting corncobs with a drum feeder] // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktualnyye problemy agroinzhenierii i puti ih resheniya». Mayskiy: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2018. S. 117–126.

11. 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 agroinzhenierii v XXI veke». posvyashchennoy 30-letiyu kafedry tekhnicheskoy mekhaniki konstruirovaniya mashin. Mayskiy: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2018. S. 54-58.

Сведения об авторе

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.

Information about author

Dobrickiy Alexander A., 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, tel.: +7 4722 39-27-02 e-mail: dobrickiy_aa@bsaa.edu.ru.

УДК 629.331:621.43

А.Г. Лагузин, М.Ю. Карелина, С.М. Гайдар, А.Г. Пастухов

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. Атмосфера нашей планеты загрязняется различными вредными веществами. Источниками половины их являются стационарные промышленные установки, а вторая половина - автотракторная техника, подвижные составы, специальная техника и т.д. Так, автотракторной техникой в мире выбрасываются в атмосферу миллионы тонн оксида углерода, углеводородов, оксидов азота, соединений серы, сажи и других вредных веществ. В связи с более высоким КПД, удельным расходом топлива у дизельного двигателя выброс на 30% ниже, чем у карбюраторного. В результате основной объем перевозок в Российской Федерации осуществляется дизельным автотранспортом, кроме того, сельскохозяйственная техника в основном работает на дизельном топливе. Отработавшие газы ДВС являются по своему составу многокомпонентной смесью газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Компоненты отработавших газов, обладая различными химическими свойствами, по-разному воздействуют на организм человек, вызывая тяжелые заболевания и аллергию. Загрязнения окружающей среды отработавшими газами приводит также к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности, животноводства, ухудшению качества, кормовых растений, мясо – молочной продукции, снижению ценности садовых культур. Экологическую безопасность двигателя в настоящее время оценивают по выбросам окиси углерода CO, оксидов азота NO_x, углеводородов CH и сажи. Суммарная токсичность отработавших газов оценивается индексом токсичности, который приводит экологическую вредность различных веществ к наиболее изученному компоненту окиси углерода. Индекс токсичности показывает, во сколько раз сравниваемое вещество опаснее окиси углерода, вредность которого принимается за единицу. С учетом относительной токсичности выбросов и состава отработавших газов по четырем контролируемым параметрам CO, CH, NO_x, C индекс токсичности отработавших газов составляет: для дизельного двигателя - 642 и для бензинового - 584. Способы снижения токсичных выбросов бензиновых двигателей: оптимизация состава, микро- и макроструктуры горючей смеси, рециркуляция отработавших газов, нейтрализация отработавших газов. Для снижения токсических выбросов дизелей основное влияние уделяют уменьшения выбросов оксида азота и твердых частиц сажи.

Ключевые слова: эксплуатация, экологическая безопасность, двигатель внутреннего сгорания, поверхностно-активные вещества, отработавшие газы, токсичные вещества.

IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY OF ENGINES INTERNAL COMBUSTION IN OPERATING CONDITIONS

Abstract. The atmosphere of our planet is polluted by various harmful substances. The sources of half of them are stationary industrial installations, and the other half are motor and tractor equipment, rolling stock, special equipment, etc. Thus, automobile and tractor equipment in the world emit millions of tons of carbon monoxide, hydrocarbons, nitrogen oxides, sulfur compounds, soot and other harmful substances into the atmosphere. Due to the higher efficiency, the specific fuel consumption of a diesel engine is 30% lower than that of a carburetor engine. As a result, the bulk of traffic in the Russian Federation is carried out by diesel vehicles, in addition, agricultural machinery mainly runs on diesel fuel. The exhaust gases of the internal combustion engine are in their composition a multicomponent mixture of gases, vapors, liquid droplets and dispersed solid particles. The components of the exhaust gases, possessing different chemical properties, have different effects on the human body, causing serious illnesses and allergies. Environmental pollution with exhaust gases also leads to a decrease in crop yields, productivity, animal husbandry, deterioration in quality, fodder plants, meat and dairy products, and a decrease in the value of horticultural crops. The environmental safety of an engine is currently assessed in terms of emissions of carbon monoxide CO, nitrogen oxides NO_x, hydrocarbons CH and soot. The total toxicity of exhaust gases is estimated by the toxicity index, which brings the environmental hazard of various substances to the most studied component of carbon monoxide. The toxicity index shows how many times the compared substance is more dangerous than carbon monoxide, the harmfulness of which is taken as a unit. Taking into account the relative toxicity of emissions and the composition of exhaust gases according to four controlled parameters CO, CH, NO_x, C, the toxicity index of the exhaust gases is: for a diesel engine - 642 and for a gasoline engine - 584. Methods for reducing toxic emissions of gasoline engines: optimization of the composition, micro- and combustible mixture macrostructures, exhaust gas recirculation, exhaust gas neutralization. To reduce the toxic emissions of diesel engines, the main influence is on reducing the emissions of nitrogen oxide and particulate soot.

Keywords: operation, environmental safety, internal combustion engine, surfactants, exhaust gases, toxic substances.

Введение. Основное содержание в отработавших газах составляют азот, двуокись углерода, вода и продукты неполного окисления и частичного разложения углеводородов топлива. К токсическим веществам относят несгоревшие углеводороды CH, оксид углерода CO,

оксиды азота NO_x , сернистый газ SO_2 , сажа и др. Токсичные вещества оказывают вредное влияние на здоровье людей и окружающую среду. Токсичность сажи обусловлена тем, что она выступает в роли накопителя канцерогенных веществ, а именно полициклических ароматических углеводородов [1, 2].

Оксид углерода, попадая в организм человека вместе с вдыхаемым воздухом, снижает функцию кислородного питания, выполняемую кровью. Он вытесняет кислород из крови и образует с гемоглобином стойкое соединение – карбоксигемоглобин. Вступая в реакцию с гемоглобином крови, оксид углерода блокирует его возможность снабжать организм кислородом. В результате этого у человека наступает удушье, нарушаются функции центральной нервной системы, возможна потеря сознания. Углеводороды вызывают у человека различные хронические заболевания. Наиболее опасны в этом плане ароматические углеводороды, которые сильно воздействуют на процессы кроветворения, центральную нервную и мышечную системы. Углеводороды накапливаются в почве сельскохозяйственных угодий. Опасность подобного загрязнения заключается в возможности перехода углеводородов в возделываемые культуры, а затем в организм человека [3-5].

Оксиды азота раздражающе действуют на слизистую оболочку глаз, носа и при взаимодействии с влагой верхних дыхательных путей остаются в легких в виде азотной и азотистых кислот. Опасность воздействия оксидов азота заключается в том, что отравление организма проявляется не сразу, а постепенно, причем нейтрализующие средства отсутствуют. При воздействии сернистого ангидрида на организм человека нарушается белковый обмен и ферментативные процессы, наблюдается раздражение глаз и кашель [6-8].

Загрязнение окружающей среды отработавшими газами приводит также к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животноводства, ухудшению качества кормовых растений, мясо – молочной продукции, снижению ценности садовых культур. Наиболее чувствительны к загрязнению атмосферы свекла, злаки, бобы, салатные культуры, виноград и др. Допустимая концентрация NO_x , не приводящая к поражению листьев этих растений в течение 0,5ч – 0,8 мг/м³. Концентрация NO_2 в воздухе 4...6 мкг/м³ вызывает серьезные повреждения растений, длительное воздействие концентрации до 2 мг/м³ – хлороз, низкие концентрации NO_2 снижают их рост. Растения очень чувствительны к загрязнению воздуха двуокисью серы, разрушающей хлорофилл.

Повышение предельно допустимых концентраций (ПДК) наблюдается в зонах работы сельскохозяйственной техники. Особенно это касается производственных помещений (складов, ферм, теплиц и т.д.), характеризующихся ограниченной подачей воздуха, а также кабин тракторов, комбайнов и автомобилей. Исследования показывают, что при использовании техники для раздачи кормов и в складах необходимо увеличить воздухообмен в 20...30 раз для обеспечения норм ПДК по концентрации вредных веществ в воздухе.

Установленные на отечественных тракторах вентиляторы не обеспечивают в жаркое время года необходимость условий труда. Наличие токсичных компонентов отработанных газов в кабинах тракторов приводят к кислородному голоданию организма, и особенно вредно воздействуют на центрально нервную систему обслуживающего персонала. Загрязнение атмосферы кабин зерноуборочных комбайнов токсичными компонентами отработавших газов приводит к ухудшению условий труда комбайнеров, в результате чего производительность их труда может упасть до 10...40 % [9-12].

Уровень токсичности и дымности отработавших газов автотракторной техники зависит: 1) от состояния и регулировок двигателя и топливной аппаратуры; 2) качества топлива; 3) износа цилиндропоршневой группы двигателя в процессе эксплуатации.

Большинство факторов, отрицательно влияющих на экологические показатели ДВС в условиях эксплуатации, можно устранить своевременным проведением технического обслуживания и текущих ремонтов.

Таким образом, поддержание автотракторной техники в исправленном состоянии основное, но не единственное условие уменьшения токсичности в процессе эксплуатации. Выбросы вредных веществ и расход топлива автотракторном парком в значительной степени

зависят от соблюдения правил использования техники, включающих в себя применение качественных топлив, масел и присадок в масла и топлива [13, 14].

Материалы и методы. В качестве присадки в масло было использовано фторсодержащее поверхностно – активное вещество перфторполиоксапропиленкарбоновая кислота далее «Модификатор».

«Модификатор» формирует на твердых поверхностях молекулярную пленку, способную предотвратить смещение смазочных масел из зоны трения, т.е. исключить масляное голодание в узле трения и таким образом повысить их ресурс и надежность работы [15-17].

Объектом испытаний выбран двигатель ВАЗ-2105: мощность - 64 л.с., рабочий объем 1,50 л, степень сжатия 9,2. Карбюратор марки ДАЗЗ 2105-1107010. Пробег автомобиля 60100 км. Система зажигания – бесконтактная. Диагностика: проверены свечи зажигания; отрегулирован холостой ход.

Методика исследований включает следующие этапы: 1) диагностика содержания окиси углерода, которая проводится в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87 при частоте вращения коленчатого вала $n=900 \text{ мин}^{-1}$ с условием, что содержание CO_{xx} не превышает 1,5 %); 2) угол опережения зажигания при испытании устанавливался по инструкции завода-изготовителя автомобилей, а регулировка двигателя выполняется на холостом ходу; 3) оценка токсичности отработавших газов автомобиля при испытании по методам Правил ЕЭК ООН № 83-01 (испытательный цикл MVEG-A) с запуском прогретого двигателя; регистрация данных проводится на холостом ходу и частоте вращения, соответствующей ГОСТ 17.2.2.03-87, контролируются величины изменения содержания углеводородов и окиси углерода; 4) регистрация характеристик выполнялась для вариантов (а) - без использования «Модификатора», (б) - с использованием «Модификатора», по окончании экспериментов на роликовом стенде, моделирующим от 30 до 1500 км пробега автомобиля, (в) – подконтрольные эксперименты в рамках нормального режима эксплуатации двигателя для значений пробега 6300 и 11000 км. Полный цикл испытания приведен на рисунке 1.

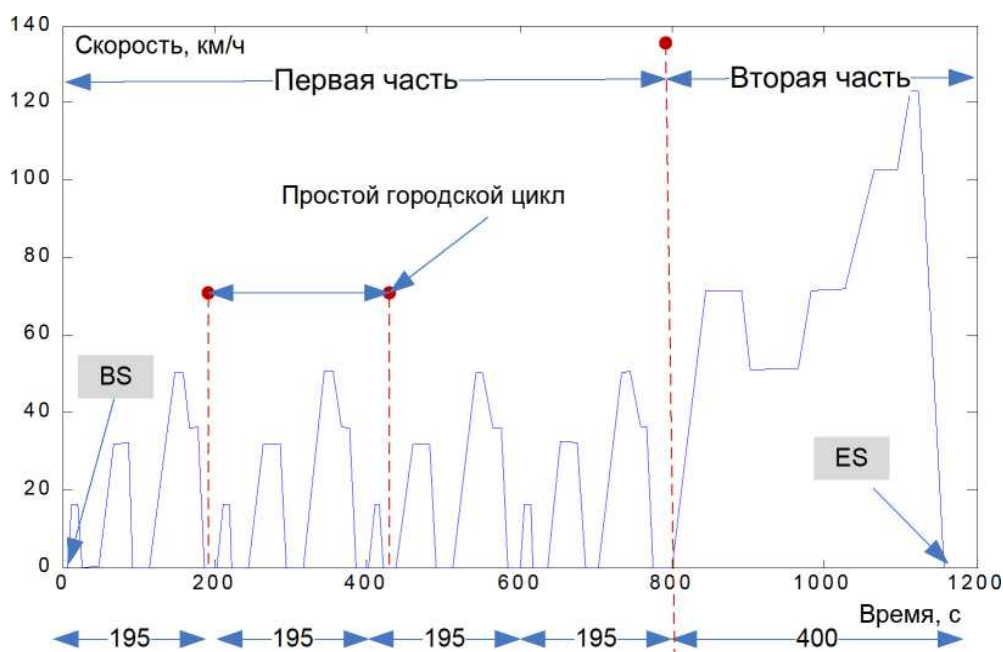


Рис. 1 - Полный цикл испытания автомобиля

Полный цикл разработан как имитация городского и загородного режима дорожного движения. Пробы газа при городском цикле собирались суммарно с первого и второго городских циклов, а также третьего и четвертого городских циклов в соответствии с ГОСТ 41.83-2004.

Городской цикл характеризуется повышенным расходом топлива. Это связано большой интенсивностью изменения скорости автомобиля, также с необходимостью прогрева и работой двигателя во время стоянок на светофорах и в «пробках».

Результаты эксперимента и их обсуждение. В рамках первого этапа на динамометрическом стенде рассматривался простой городской цикл (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры простого городского цикла

Φ	N	$ОП$	a	V_b	V_e	T	ST	$ИП$
1	1	ХХ	0	0	0	11	11	PM
2	2	У	1,04	0	15	4	15	1
3	3	ПС	0	15	15	9	24	1
4	4	З	-0,69	15	10	2	26	1
4	5	Звс	-0,92	10	0	3	29	k1
5	6	ХХ	0	0	0	21	50	PM
6	7	У	0,83	0	15	5	55	1
6	8	ПП	0	15	15	2	57	-
6	9	У	0,94	15	32	5	62	2
7	10	ПС	0	32	32	24	86	2
8	11	З	-0,75	35	10	8	94	2
8	12	Звс	-0,92	10	0	3	97	k2
9	13	ХХ	0	0	0	21	118	PM
10	14	У	1,04	0	15	5	123	1
10	15	ПП	0	15	15	2	125	-
10	16	У	0,62	15	35	9	134	2
10	17	ПП	0	35	35	2	136	-
10	18	У	0,52	35	50	8	144	3
11	19	ПС	0	50	50	12	156	3
12	20	З	-0,52	50	35	8	164	3
13	21	ПС	0	35	35	13	177	3
14	22	ПП	0	35	35	2	179	-
14	23	З	-0,86	35	10	7	186	2
14	24	Звс	-0,92	10	0	3	189	k2
15	25	ХХ	0	0	0	7	196	PM

При формировании таблицы результатов использовались следующие обозначения: Φ – фаза; N – номер операции; $ОП$ – операция; ускорение a , $м/с^2$, вычислялось на основании задания начальной V_b , км/ч, и конечной скоростей V_e , км/ч, а также интервала времени на выполнение операции T , с; $ИП$ - используемая передача для механической коробки передач. Вычислялась общая продолжительность (нарастающий итог). Для операций использовались следующие обозначения: ХХ – холостой ход, У – ускорение, ПС – постоянная скорость, З – замедление, Звс – замедление с выключенным сцеплением, ПП – переключение передачи. Обозначения k1 и k2 определяют включенную первую или вторую передачу, но с выключенным сцеплением, а PM - определяет нейтральное положение при включенном сцеплении. По результатам оценивания построен график с учетом приведенных в таблице времен реализации операций (рис. 2).

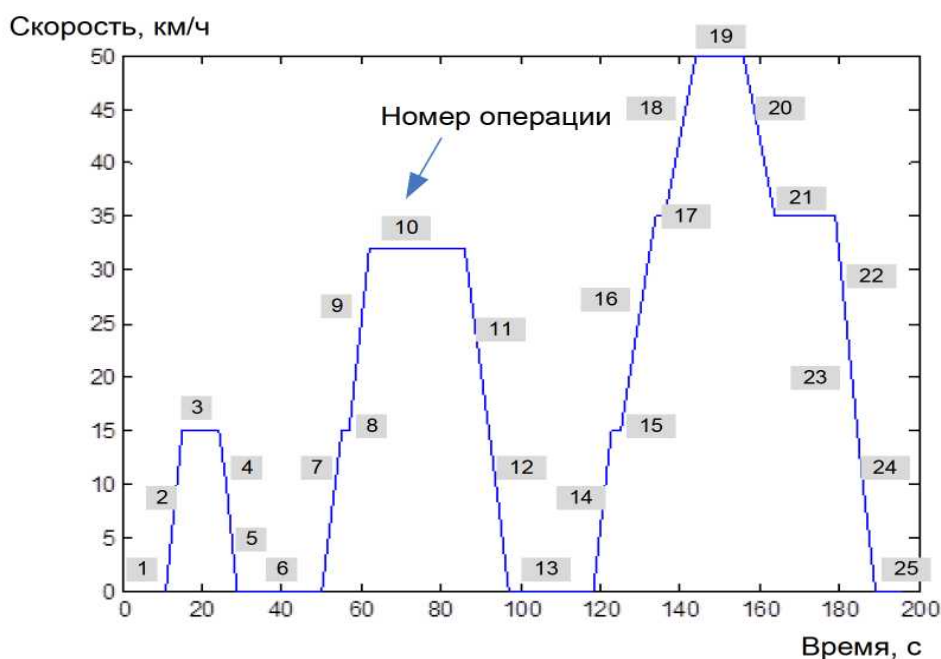


Рис. 2 - Городской цикл испытания автомобиля

Аналогичные исследования проведены для внегородского цикла (табл. 2). При этом применены следующие обозначения: РМ – нейтральное положение с при включенном сцеплении, а k1 и k5 – включенная первая или пятая передача при выключенном сцеплении. Загородный цикл имитирует движение по шоссе и автострадам. Характеризуется большой плавностью хода и продолжительным интервалом удерживаемой скорости. Скорости близки к крейсерским скоростям. Как результат потребление топлива снижено. Графическая иллюстрация данных представлена на рисунке 3.

Таблица 2 – Перечень операций внегородского цикла

Φ	N	ОП	a	V_b	V_e	T	ST	ИП
1	1	ХХ	0	0	0	20	20	k1
1	2	У	0,83	0	15	5	25	1
1	3	ПП	0	15	15	2	27	-
1	4	У	0,62	15	35	9	36	2
2	5	ПП	0	35	35	2	38	-
2	6	У	0,52	35	50	8	46	3
2	7	ПП	0	50	50	2	48	-
2	8	У	0,43	50	70	13	61	4
3	9	ПС	0	70	70	50	111	5
4	10	З	-0,69	70	50	8	119	PM
5	11	ПС	0	50	50	69	188	4
6	12	У	0,43	50	70	13	201	4
7	13	ПС	0	70	70	50	251	5
8	14	У	0,24	70	100	35	286	5
9	15	ПС	0	100	100	30	316	5
10	16	У	0,28	100	120	20	336	5
11	17	ПС	0	120	120	10	346	5
11	18	З	-0,69	120	80	16	362	5
12	19	З	-1,04	80	50	8	370	5
12	20	Звс	1,39	50	0	10	380	k5
13	21	ХХ	0	0	0	20	400	PM

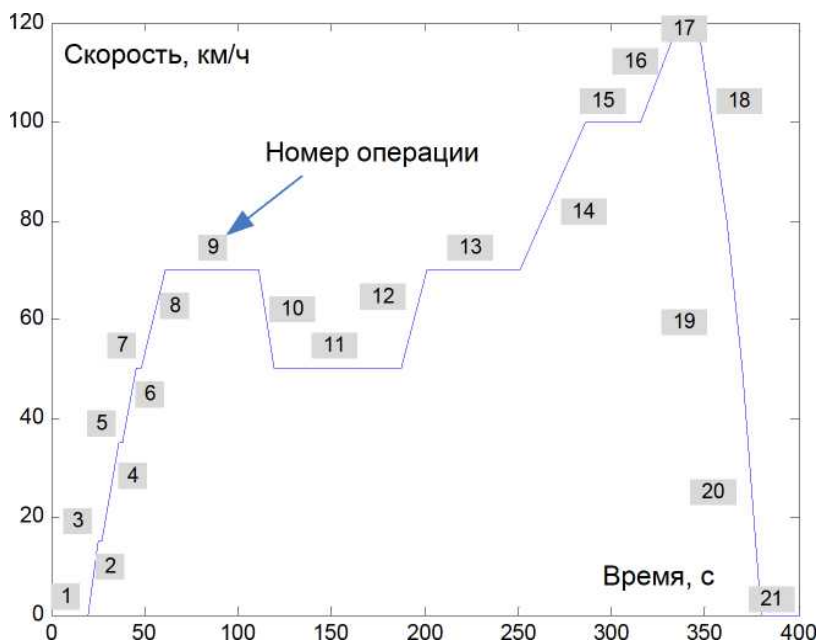


Рис. 3 - Загородный цикл испытания автомобиля

По результатам испытаний для различных пробегов S , км, выполнены оценки выбросов вредных веществ (табл. 3). Измерялись значения: CO – углекислый газ (CO), %; CH – остатки топлива и прочие углеводороды (CH),%; NO – оксиды азота (NO+NO₂),%; Sum – суммарные выбросы углеводородов и оксидов азота (CH+NO+NO₂), %. Регистрировались: $Расх$ – расход топлива в городском цикле, %; $Разг$ – время разгона, с; $Выб$ – время выбега, с.

Таблица 3 – Удельное изменение показателей при применении «Модификатора» в масло при пробеге автомобиля на стенде

S км	CO	CH	NO	Sum	Расх	Разг	Выб
30	-6	-6,1	-5,7	-6,7	-11,4	2,5	2,9
50	-0,8	-6,1	-8,74	-9,2	-9,4	1,8	4
1000	-5,6	-4,1	-10,6	-10,5	-11,8	1,8	4
1500	-8,4	-2,0	-13,7	-12,7	-12,0	1,8	5,7
6300	-6,6	-18,4	-17,5	-15,8	-14,1	-	-
11000	-14,6	-11,1	-13,4	-11,7	-15,9	-	-

Кроме того, измерялись соответствующие значения компрессии в цилиндрах (табл. 4).

Таблица 4 – Компрессия в цилиндрах двигателя

Пробег S, км	Номер цилиндра			
	1	2	3	4
0	8,5	11	10,8	9,6
30	10,2	10,7	9,8	10,5
50	10,6	11,1	10,5	10,7
1500	10,5	11,2	10,4	10,3
6300	10,7	11	10,7	10,5

Выводы. В результате обобщения данных испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Использование «Модификатора» в масло двигателя, коробки передач и заднего моста приводит к улучшению эксплуатационных характеристик автомобиля на обследован-

ных режимах при регулировании СО_{хх} в пределах ГОСТ 17.2.2.03-87. Компрессия в цилиндрах двигателя после пробега 6300 км стала выше в среднем на 0,7 ед.

2. Эффективность применения «Модификатора» на автомобиле при пробеге до 1500 км отмечается следующими характеристиками:

- при испытании по методике с запуском прогретого двигателя выбросы окиси углерода снизились на 8,4%, а углеводородов и окислов азота сократились на 2,0% и 13,7%;
- при испытании на режимах холостого хода по ГОСТ 17.2.2. 03-87 содержание окиси углерода и углеводородов осталось без изменения;
- для городского цикла потребление горючего сократилось до 12,0% (по ГОСТ 20306-90);
- в среднем на постоянных скоростях в интервале от 30 до 90 км/час потребление горючего сократилось до 4,8%;
- выбег повысился до 5,7%, что объясняет факт сокращения потерь на трение в трансмиссии и двигателе.

3. Эффективность применения «Модификатора» на автомобиле в процессе эксплуатации при пробеге до 11000 км:

- с запуском прогретого двигателя на основании методик Правил ЕЭК ООН № 83-01, выбросы углеводородов, окислов азота и окиси углерода сократились соответственно на 11,2%, 13,3% и 14,6%;
- при испытании на режимах холостого хода по ГОСТ 17.2.2.03-87 содержание окиси углерода и углеводородов осталось без изменения;
- в городском цикле (ГОСТ 20306-90) потребление горючего в среднем сократилось до 15,9%;
- при движении на постоянных скоростях в интервале от 30 км/час до 90 км/час среднее потребление горючего сократилось до 23,8%.

Библиография

1. Сердюкова А.Ф. Влияние автотранспорта на окружающую среду // Молодой ученый. 2018. № 25 (211). с. 31-33.
2. Вишняков Я.Д., Зозуля П.В., Зозуля А.В. Охрана окружающей среды. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 288 с.
3. Ерохов В.И. Токсичность современных автомобилей. Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу. Москва: Форум, 2013. 447 с.
4. Федонов А.И. Охрана окружающей среды на автомобильном транспорте // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2017. С. 147-150.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Транспорт и окружающая среда. Брянск: Изд-во ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2012. 196 с.
6. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Я.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. Л.: Гидрометеоздат, 1991. 423 с.
7. Фельдман Ю.Г. Гигиеническая оценка автотранспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха. М.: Медицина, 1975. 159 с.
8. Янсон Е.Н. Автомобильный транспорт и охрана окружающей среды. Саратов: Ареал, 1994. 44с.
9. Петров Б.А. Компоненты отработавших газов и их влияние на здоровье человека и природу // Автомобильный транспорт. 1996, №3, с. 44–45.
10. Филимонов А.Н., Большаков В.А., Борисочкина Т.Н. Концентрация загрязняющих веществ, выбрасываемых тракторами и сельхозмашинами // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1993, №6, с. 34–37.
11. Новоселов А.Л., Мироненко В.Ф., Токарев А.М. Снижение вредных выбросов автомобильных двигателей / Под. Ред. А.Л. Новоселова. Барнаул, 1989. 98с.
12. Ахмеджанов М.А., Султанов А.С. Состав и температура воздуха в кабине трактора // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1975, №2, с. 42–43.
13. Стрельников В.А., Легошин Г.М., Карпенков В.Ф., Гамаюнов П.П. Методы и системы снижения токсичности отработавших газов автотракторных двигателей / Саратовский гос. ун-т им. Вавилова Н.И. Саратов, 1998. 140 с.
14. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей: Справочное издание М.: Химия, 2000. 232 с.

15. Карелина М.Ю. Механизм действия поверхностно-активных веществ на границах раздела фаз в условиях граничного и гидродинамического трения // Вестник МАДИ. 2015. № 4 (43). С. 61-68.
16. Карелина М.Ю. Поверхностно-энергетическая модификация поверхностей трибосопряжений фторуглеродными ПАВ // Вестник МАДИ. 2015. № 1 (40). С. 53–58.
17. Карелина М.Ю., Гайдар С.М. Технология повышения износостойкости поверхностей трибосопряжений физико-химическим методом // Грузовик. 2015. № 3. С. 12–16.

References

1. Serdyukova A.F. Vliyanie avtotransporta na okruzhayushchuyu sredyu [Impact of motor transport on the environment] // Molodoy uchenyj. 2018. № 25 (211). s. 31-33.
2. Vishnyakov YA.D., Zozulya P.V., Zozulya A.V. [Environmental Protection] Ohrana okruzhayushchej sredy. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2013. 288 s.
3. Erohov V.I. Toksichnost' sovremennyh avtomobilej. Metody i sredstva snizheniya vrednyh vybrosov v atmosferu [Toxicity of modern cars. Methods and means of reducing harmful emissions into the atmosphere]. Moskva: Forum, 2013. 447 s.
4. Fedonov A.I. Ohrana okruzhayushchej sredy na avtomobil'nom transporte [Environmental protection in automobile transport // Modernization and research in the transport sector] // Modernizaciya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse. 2017. S. 147-150.
5. Hristoforov E.N., Sakovich N.E. Transport i okruzhayushchaya sreda [Transport and environment]. Bryansk: Izd-vo FGBOU VO Bryanskij GAU, 2012. 196 s.
6. Vladimirov A.M., Lyahin Yu.I., Matveev Ya.T., Orlov V.G. Ohrana okruzhayushchej sredy [Environmental protection]. L.: Gidrometeoizdat, 1991. 423 s.
7. Fel'dman YU.G. Gigienicheskaya ocenka avtotransporta kak istochnika zagryazneniya atmosfernogo vozduha [Hygienic assessment of motor transport as a source of atmospheric air pollution]. M.: Medicina, 1975. 159 s.
8. Yanson E.N. Avtomobil'nyj transport i ohrana okruzhayushchej sredy [Automobile transport and environmental protection]. Saratov: Areal, 1994. 44s.
9. Petrov B.A. Komponenty otrabotavshih gazov i ih vliyanie na zdorov'e cheloveka i prirodu [Components of exhaust gases and their impact on human health and nature] // Avtomobil'nyj transport. 1996, №3, s. 44–45.
10. Filimonov A.N., Bol'shakov V.A., Borisochkina T.N. Koncentraciya zagryaznyayushchih veshchestv, vybrasyvaemyh traktorami i sel'hozmashinami [Concentration of pollutants emitted by tractors and agricultural machines] // Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny. 1993, №6, s. 34–37.
11. Novoselov A.L., Mironenko V.F., Tokarev A.M. Snizhenie vrednyh vybrosov avtomobil'nyh dvigatelej [Reduction of harmful emissions of automobile engines] / Pod. Red. A.L. Novoselova. Barnaul, 1989. 98 s.
12. Ahmedzhanov M.A., Sultanov A.S. Sostav i temperatura vozduha v kabine traktora [Composition and air temperature in the tractor cab] // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. 1975, №2, s. 42–43.
13. Strel'nikov V.A., Legoshin G.M., Karpenkov V.F., Gamayunov P.P. Metody i sistemy snizheniya toksichnosti otrabotavshih gazov avtotraktornyh dvigatelej [Methods and systems for reducing the toxicity of exhaust gases of automotive engines] / Saratovskij gos. un-t im. Vavilova N.I. Saratov, 1998. 140 s.
14. Danilov A.M. Primenenie prisadok v toplivah dlya avtomobilej [Use of additives in fuels for cars:]: Spravochnoe izdanie M.: Himiya, 2000. 232 s.
15. Karelina M.Yu. Mekhanizm dejstviya poverhnostno-aktivnyh veshchestv na granicah razdela faz v usloviyah granichnogo i gidrodinamicheskogo treniya [Mechanism of action of surfactants at the interface between phases under conditions of boundary and hydrodynamic friction] // Vestnik MADI. 2015. № 4 (43). С. 61-68.
16. Karelina M.Yu. Poverhnostno-energeticheskaya modifikaciya poverhnostej tribosopryazhenij ftoruglerodnymi PAV [Surface-energy modification of tribo-conjugation surfaces with fluorocarbon surfactants] // Vestnik MADI. 2015. № 1 (40). S. 53–58.
17. 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 a physical and chemical method.] // Грузовик. 2015. № 3. S. 12–16.

Сведения об авторах

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

Карелина Мария Юрьевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой детали машин и теория механизмов, ФГБОУ ВО «МАДИ», Ленинградский пр-т., 64, Москва, Россия, 125319, тел.: +7(985)7762363, e-mail: karelinamu@mail.ru

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

Information about authors

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

Karelina Maria Yurievna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Machine Parts and Theory of Mechanisms, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow Automobile and Road Institute", Leningradsky Prospect, 64, Moscow, Russia, 125319, tel. : +7 (985) 7762363, e- mail: karelinamu@mail.ru

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

УДК 621.7.044

А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев

СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИНТОВОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ

Аннотация. В случае возникновения внезапного отказа пружины может проявиться неработоспособность всего механизма, в котором она установлена. Так обломки пружины могут заклинить механизм газораспределения ДВС. Предлагается способ восстановления цилиндрической пружины, включающий оценку её состояния путём измерения электрического сопротивления пружины под нагрузкой и без неё с заключением о целесообразности её восстановления, растяжение пружины до появления остаточных деформаций (при развитии напряжений, превышающих предел упругости) и достижением шага витков, не менее требуемых при восстановлении (заводских). Затем пружина размещается в устройстве, где жёстко фиксируется требуемая (заводская) геометрия пружины и поверхность витков пружины для восстановления исходной геометрии подвергается упрочнению, путём объёмного обжатия. Устройство для восстановления цилиндрической пружины включает разборную обойму из двух половин с цилиндрической полостью, выполненных с возможностью их соединения и разделения посредством расположенных на сопрягаемых поверхностях шпонок и шпоночных пазов, с двумя съёмными крышками с осевым отверстием. Причём сердечник цилиндрической формы, соосно размещённый в обойме, жёстко соединён с окончаниями из стержней круглого поперечного сечения, расположенных в отверстиях крышек, с головками «под ключ», а полость между обоймой и сердечником выполнена с возможностью размещения в ней пружины. Пружина, подлежащая восстановлению, размещается в спиральных канавках цилиндрической полости обоймы и сердечника. Форма канавок соответствует форме поперечного сечения пружины с заводским шагом изготовления. После размещения восстанавливаемой пружины в разборном устройстве и само устройство с пружиной собирается в единую систему. В результате такого объёмного обжатия витков возникает упрочнённый поверхностный слой пружины, который после извлечения пружины из устройства, приводит к сохранению требуемой геометрии пружины и повышает её прочностные характеристики.

Ключевые слова: пружина, способ, обойма, восстановление, заневоливание, микротрещины.

SCREW RESTORATION METHOD CYLINDER SPRING

Abstract. In the event of a sudden spring failure, the inoperability of the entire mechanism in which it is installed may occur. So the fragments of the spring can jam the engine timing mechanism. A method for restoring a cylindrical spring is proposed, which includes assessing its state by measuring the electrical resistance of the spring under load and without it, with the conclusion that it is advisable to restore it, stretching the spring until residual deformations occur (with the development of stresses exceeding the elastic limit) and reaching a pitch of turns not less than required during restoration (factory). Then the spring is placed in the device, where the required (factory) spring geometry is firmly fixed and the surface of the spring turns to restore the original geometry is hardened by volume reduction. A device for restoring a coil spring includes a collapsible clip of two halves with a cylindrical cavity, made with the possibility of their connection and separation by means of dowels and keyways located on the mating surfaces, with two removable covers with an axial hole. Moreover, the core of a cylindrical shape, coaxially placed in the cage, is rigidly connected to the ends of the rods of circular cross section located in the holes of the covers, with heads "turnkey", and the cavity between the cage and the core is made with the possibility of placing a spring in it. The spring to be restored is located in the spiral grooves of the cylindrical cavity of the cage and core. The shape of the grooves corresponds to the shape of the cross section of the spring with a factory manufacturing step. After placing the restored spring in a collapsible device, the device itself with the spring is assembled into a single system. As a result of such volumetric compression of the coils, a hardened surface layer of the spring appears, which, after removing the spring from the device, leads to the preservation of the required geometry of the spring and increases its strength characteristics.

Keywords: spring, method, clip, restoration, regrowing, microcracks.

Введение. В современном мире нас окружают технологичные машины, устройства, оборудование, в которых во всевозможных механизмах применяются различные пружины. Касаясь аграрного производства, то пружины в подавляющем большинстве устанавливаются в двигателях внутреннего сгорания, предохранительных устройствах, возвратно-поступательных механизмах. Большую долю занимают цилиндрические пружины сжатия.

В случае возникновения внезапного отказа пружины может проявиться неработоспособность всего механизма, в котором она установлена. Так обломки пружины могут заклинить механизм газораспределения ДВС [1, 2, 3, 4]. То есть отказ такого низшего элемента может привести значительным затратам.

Также в ходе работы может возникать осадка пружины сжатия и узел не может в должной степени выполнять заданные функции. Это происходит в результате переменных напряжений при работе после достижения определенного количества циклов сжатия пружины [5, 6, 7]. Полное разрушение пружины возникает из-за развития микротрещин.

Поэтому целесообразно проводить исследования и выявлять новые способы по увеличению ресурса новых пружин и восстановлению изношенных, а также возможное удаленное диагностирование развитие в них микротрещин.

Основная часть. Известно, что основными напряжениями, возникающими при работе пружины являются касательные напряжения, многократно меняющие свою величину от нулевого до некоторого конечного значения [8]. При этом происходит как развитие пластических деформаций, так и возникновение микротрещин в теле пружины. Пружина «садится», то есть уменьшается шаг её витков, уменьшается её жёсткость и пружина перестаёт удовлетворять заданным техническим требованиям. Подчеркнём при этом, что пружины изготавливаются из металла, являющегося изотропным упругим материалом. Это означает, что если пружина, работающая на сжатие, меняет направление работы и растягивается, то в ней возникают тоже касательные напряжения, только другого знака, то есть направленные в противоположную сторону. Таким образом, если пружина, работающая на сжатие, растягивается настолько, что превзойдён предел упругости и появились остаточные деформации, то это означает, что в противоположном направлении, при сжатии, будет отображена обратная симметричная картина. Это, своего рода осуществление, так называемого, «наклёпа» для пружины: возрастание предела прочности пружины за счёт уменьшения её пластических свойств. Отмеченное обстоятельство является главным обоснованием возможности восстановления пружины сжатия.

При этом вначале необходимо выяснить степень разрушения тела восстанавливаемой пружины, то есть оценить объём появившихся микротрещин, и определиться с целесообразностью восстановления пружины. С этой целью можно воспользоваться интегральным электрическим способом неразрушающего контроля состояния винтовой цилиндрической пружиной [9]. Смысл этого способа состоит в том, что при отсутствии микротрещин электрическое сопротивление пружины в нагруженном и ненагруженном состоянии не меняется.

Завершающим компонентом в процессе восстановления пружины является возможность придания ей устойчивой первоначальной геометрии. Такой результат, может быть, достигнут путём силового воздействия на поверхность её витков – упрочнение поверхностного слоя путём объёмного обжатия витков с изменением прочностных характеристик материала, что обеспечивает фиксацию заданной геометрии пружины.

Поэтому нами предлагается способ восстановления цилиндрической пружины, включающий оценку её состояния путём измерения электрического сопротивления пружины под нагрузкой и без неё с заключением о целесообразности её восстановления, растяжение пружины до появления остаточных деформаций (при развитии напряжений, превышающих предел упругости) и достижением шага витков, не менее требуемых при восстановлении (заводских). Затем пружина размещается в устройстве, где жёстко фиксируется требуемая (заводская) геометрия пружины и поверхность витков пружины для восстановления исходной геометрии подвергается упрочнению, путём объёмного обжатия.

Что касается устройства для реализации предложенного способа, то основой такового может стать известное устройство для заневоливания цилиндрической пружины [10] с тем отличием, что расстояние между спиральными канавками выполнено с требуемым (заводским) шагом пружины. Таким образом, устройство для восстановления цилиндрической пружины включает разборную обойму из двух половин с цилиндрической полостью, выполненных с возможностью их соединения и разделения посредством расположенных на сопрягаемых поверхностях шпонок и шпоночных пазов, с двумя съёмными крышками с осевым отверстием. Причём сердечник цилиндрической формы, соосно размещённый в обойме, жёстко соединён с окончаниями из стержней круглого поперечного сечения, расположенных в отверстиях крышек, с головками «под ключ», а полость между обоймой и сердечником вы-

полнена с возможностью размещения в ней пружины. При этом цилиндрические поверхности полости обоймы и сердечника выполнены со спиральными канавками для размещения в них витков пружины с требуемым (заводским) шагом пружины и с возможностью обжатия пружины сердечником путём его ограниченного продольного перемещения при силовом воздействии.

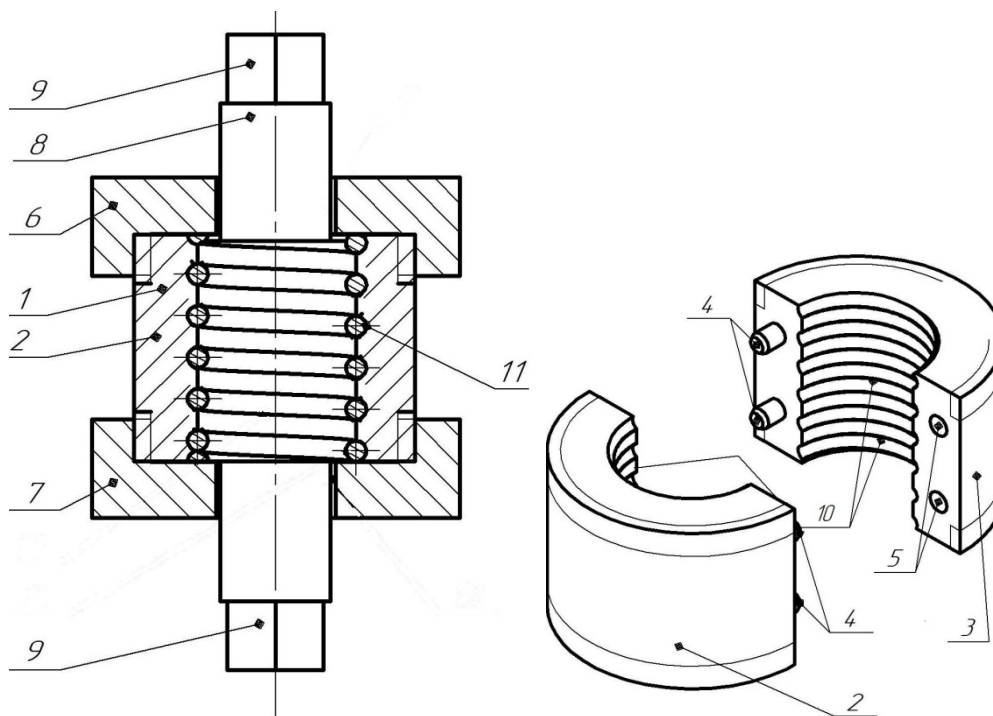
Пружина, подлежащая восстановлению, размещается в спиральных канавках цилиндрической полости обоймы и сердечника. Форма канавок соответствует форме поперечного сечения пружины с заводским шагом изготовления. После размещения восстанавливаемой пружины в разборном устройстве и само устройство с пружиной собирается в единую систему.

Осуществляется осмотр пружины, определяется изменение её размеров – шага витков и длины пружины относительно заводских характеристик.

Определяется возможность восстановления пружины, путём определения её электрического сопротивления в ненагруженном состоянии, при растяжении и при сжатии. По результатам измерений делается вывод о возможности восстановления пружины.

Производится растяжение пружины до появления остаточных деформаций при общей длине деформированной пружины после снятия нагрузки не менее заводской.

Производится размещение пружины в устройстве, обеспечивающим формирование заводской геометрии пружины, сопровождающееся её сжатием и закрепление заводской геометрии пружины путём силового воздействия на поверхность (объёмного обжатия) её витков.



1 – разборная обойма; 2 и 3 – половины обоймы; 4 – шпонки; 5– шпоночные пазы; 6 и 7 – съёмные крышки; 8 – сердечник; 9 – головка сердечника «под ключ»; 10 – спиральные канавки; 11 – пружина

Рис. Устройство для восстановления цилиндрической пружины

Устройство для восстановления цилиндрической пружины (рис.) включает разборную обойму, состоящую из двух половин с цилиндрической полостью, выполненных с возможностью их соединения и разделения посредством расположенных на сопрягаемых поверхностях шпонок и шпоночных пазов и двух съёмных крышек с резьбовым соединением с обоймой и с осевым отверстием, причём сердечник цилиндрической формы, соосно размещённый в обойме, жёстко соединён с окончаниями из стержней круглого поперечного сечения расположенных в отверстиях крышек, с головками «под ключ», а полость между обоймой и сердечником выполнена с возможностью размещения в ней пружины, причём цилиндриче-

ские поверхности полости обоймы и сердечника выполнены со спиральными канавками (обойма) и (сердечник) с заводским шагом пружины.

Процесс снаряжения устройства пружинной для её восстановления происходит следующим образом. Растянутая до появления остаточных деформаций пружина, имеющая меньший диаметр в сравнении с исходным, навёртывается на спиральные канавки сердечника и сопровождается небольшим сжатием, как вдоль оси пружины, так и поперёк оси пружины. Поскольку диаметр пружины при этой операции возрастает, она силой упругости удерживается на сердечнике. Затем вокруг сердечника смыкаются две половины обоймы и обойма соединяется закручивающимися крышками. Снаряжённое устройство готово к процедуре обжатия витков размещённой в нём пружины.

Обойма неподвижно закрепляется, например, в полой цилиндрической опоре. Силовое воздействие осуществляется поочередно на каждый сердечник, либо прессом, либо закручиванием тарировочным ключом. При таком силовом воздействии сердечник будет перемещаться относительно обоймы вдоль её продольной оси. При этом спиральные канавки сердечника и обоймы воздействуют на витки пружины с возникновением в них поперечной пластической деформации.

Заключение. В результате такого объёмного обжатия витков возникает упрочнённый поверхностный слой пружины, который после извлечения пружины из устройства, приводит к сохранению требуемой геометрии пружины и повышает её прочностные характеристики. Предлагаемый способ восстановления винтовой цилиндрической пружины позволяет осуществить ее восстановление без применения энергоёмких технологических операций в условиях ремонтных предприятий и увеличить ресурс ее работы.

Библиография

1. Землянушнова Н.Ю., Тебенко Ю.М., Землянушнов Н.А. Восстановление винтовых цилиндрических пружин сжатия: монография. Ставрополь: АГРУС, 2012. 88 с.
2. Знаменский Д.В., Землянушнова Н.Ю., Фадеев В.В. Исследование изменения характеристик клапанных пружин при эксплуатации // Вестник АПК Ставрополья. 2014. № 2. С. 43-47.
3. Землянушнов Н.А., Землянушнова Н.Ю. Определение теоретической зависимости силовых характеристик пружин сжатия от нагрузки их упрочнения при восстановлении // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2018. № 1. С. 54-59.
4. Землянушнова Н.Ю., Лебедев А.Т., Павлюк Р.В., Доронина Н.П. Основы производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. Ставрополь, 2014. 124 с.
5. Пат. 2615080 Российская Федерация, МПК В21F 35/00. Устройство для заневоливания цилиндрической пружины / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Д.В. Знаменский и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. – № 2015155131/15 ; заявл. 22.12.2015 ; опубл. 03.04.2017, Бюл. № 10.
6. Мкрутумян В.С. Исследование работы клапанных пружин и разработка рационального способа их восстановления: Дис... канд. техн. наук.. Москва, 1958. 196 с.
7. Шаврин О.И., Домнин А.К. К вопросу об эффективности обработки дробью винтовых пружин сжатия // Вестник Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова. 2013. № 1. С. 27-29.
8. Беляев Н.М. Соппротивление материалов. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», Москва, 1976. 608 с.
9. Пат. 2680659 Российская Федерация, МПК G01N 27/20. Интегральный электрический способ неразрушающего контроля состояния винтовой цилиндрической пружины и устройство для его осуществления / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Р.В. Павлюк и др. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. – № 2018112950/18 ; заявл. 09.04.2018 ; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 6.
10. Пат. 2635594 Российская Федерация, МПК В21F 35/00. Устройство для заневоливания цилиндрической пружины / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Д.В. Знаменский и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. – № 201710015/17; заявл. 09.01.2017; опубл. 14.11.2017 , Бюл. № 32.

References

1. Zemlyanushnova N.Yu., Tebenko Yu.M., Zemlyanushnov N.A. Vosstanovlenie vintovykh cilindricheskikh pruzhin szhatiya [Restoration of helical cylindrical compression springs]: monograph. Stavropol: AGRUS, 2012. 88 p.
2. Znamensky D.V., Zemlyanushnova N.Yu., Fadeev V.V. Issledovanie izmeneniya harakteristik klapannykh pruzhin pri ekspluatacii [Investigation of changes in the characteristics of valve springs during operation] // Bulletin of the Stavropol Agro-Industrial Complex. 2014. No. 2. P. 43-47.

3. Zemlyanushnov N.A., Zemlyanushnova N.Yu. Opredelenie teoreticheskoy zavisimosti silovykh karakteristik pruzhin szhatiya ot nagruzki ih uprochneniya pri vosstanovlenii [Determination of the theoretical dependence of the power characteristics of compression springs on the load of their hardening during recovery] // Intellect. Innovation Investments. 2018. No. 1. P. 54-59.
4. Zemlyanushnova N.Yu., Lebedev A.T., Pavlyuk R.V., Doronina N.P. Osnovy proizvodstva i remonta transportnykh i transportno-tekhnologicheskikh mashin i oborudovaniya [Fundamentals of the production and repair of transport and transport-technological machinery and equipment]. Stavropol, 2014. 124 p.
5. Pat. 2615080 Russian Federation, IPC B21F 35/00. Ustrojstvo dlya zanevolivaniya cilindricheskoy pruzhiny [A device for covering a coil spring] / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, D.V. Znamensky and others; Applicant and patent holder FGBOU VO Stavropol GAU. - No. 2015155131/15; declared 12/22/2015; publ. 04/03/2017, Bull. Number 10.
6. Mkrutumyan V.S. Issledovanie raboty klapannykh pruzhin i razrabotka racional'nogo sposoba ih voss-tanovleniya [The study of valve springs and the development of a rational way to restore them]: Dis ... cand. tech. sciences. Moscow, 1958. 196 p.
7. Shavrin O.I., Dommn A.K. K voprosu ob effektivnosti obrabotki drob'yu vintovykh pruzhin szhatiya [On the question of the effectiveness of processing fractions of screw compression springs] // Bulletin of the Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov. 2013. No. 1. P. 27-29.
8. Belyaev N.M. Soprotivlenie materialov [Resistance of materials]. Main editors of the physical and mathematical literature of the Nauka publishing house, Moscow, 1976. 608 p.
9. Pat. 2680659 Russian Federation, IPC G01N 27/20. Integral'nyj elektricheskij sposob nerazrushayushchego kontrolya sostoyaniya vintovoy cilindricheskoy pruzhiny i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya [The integrated electric method of non-destructive control of the state of a coil spring and a device for its implementation] / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, R.V. Pavlyuk and others; Applicant and patent holder FGBOU VO Stavropol GAU. - No. 2018112950/18; declared 04/09/2018; publ. 02/25/2019, Bull. Number 6.
10. Pat. 2635594 Russian Federation, IPC B21F 35/00. Ustrojstvo dlya zanevolivaniya cilindricheskoy pruzhiny [A device for covering a coil spring] / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, D.V. Znamensky and others; Applicant and patent holder FGBOU VO Stavropol GAU. - No. 201710015/17; declared 01/09/2017; publ. 11/14/2017, Bull. Number 32.

Сведения об авторах

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

Павлюк Роман Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. +7 918-757-94-56, e-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru

Захарин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. +7 962-429-42-14, e-mail: anton-zaharin@mail.ru

Лебедев Павел Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. +7 928-318-56-00, e-mail: zoya_lebedeva@mail.ru

Information about authors

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

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, tel. +7 918-757-94-56, e-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru

Zakharin Anton Viktorovich, 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, tel. +7 962-429-42-14, e-mail: anton-zaharin@mail.ru

Lebedev Pavel Anatolyevich, 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, tel. +7 928-318-56-00, e-mail: zoya_lebedeva@mail.ru

УДК 637.3.075

Д.В. Лебедев, Е.А. Рожков, М.И. Пивоваров, В.А. Лебедева

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОПЧЕНЫХ СЫРОВ

Аннотация. Повышение качества сыра является важной проблемой в сфере производства копченых сыров, потому что от показателей качества продукции зависит безопасность потребителей и экономическая выгода от реализации готового товара. Для анализа вкусовых, санитарно-гигиенических, технологических показателей качества копченого сыра зачастую применяют лабораторное исследование отдельной партии продукции. Данная методика применяется в связи с тем, что позволяет с высокой точностью определять показатели качества сырной продукции, но при этом она обладает множеством недостатков: продолжительность проведения лабораторного исследования, использование дорогостоящего специализированного лабораторного оборудования, выборочность проводимого исследования, вариация точности проведения анализа в зависимости от сорта сыра. Именно в данном случае возникает необходимость автоматизации экспресс-анализа копченых сыров. Наиболее эффективным и точным методом является цветовой оптико-электронный анализ поверхности сыра, который позволяет определить параметры, необходимые для выделения селективных критериев разделения анализируемой продукции на группы. Цель исследования – проведение анализа эффективности оптико-электронного контроля электротехнологического процесса копчения сыров и исследовать влияние основных параметров процесса копчения на содержание микроорганизмов и структурно-механические характеристики копченых сыров, а также их определение посредством оптико-электронного экспресс-анализа. Исследование возможности использования систем оптико-электронного контроля в сфере копчения сыра было проведено на базе лабораторной установки в Кубанском ГАУ. Достоверность результатов подтверждается многократной повторностью проведенных исследований и воспроизводимостью полученных результатов, использованием общепринятых методов, приборов и математической обработкой экспериментальных данных. Для определения эффективности оптико-электронного анализа и контроля копченых сыров было проведено экспериментальное исследование, состоящее из 2 этапов: 1) определение точности цветового анализа оптико-электронной системой в зависимости от вида копченого сыра; 2) определение точности определения микробиологических и структурно-механических показателей копченого сыра оптико-электронной системой. Для первого этапа исследования был проведен цветовой анализ 100 изображений 4 видов копченого сыра: колбасный, сулугуни, чечил, перлини. Результаты исследования подтверждают высокую точность оптико-электронного анализа (погрешность не больше 5%). Для осуществления второго этапа исследования был проведен цветовой анализ 10 частей колбасного вида сыра с целью определения микробиологических и структурно-механических показателей. Результаты исследования показали высокую точность определения микробиологических и структурно-механических показателей поверхности копченого сыра оптико-электронным методом (погрешность не больше 10%).

Ключевые слова: изображение, анализ, контроль, оптико-электронное зрение, сыр, копчение, эффективность, автоматизация, камера.

RESEARCH ON THE EFFICIENCY OF OPTOELECTRONIC ANALYSIS AND CONTROL OF SMOKED CHEESE PRODUCTION

Abstract. Improving the quality of cheese is an important problem in the production of smoked cheeses, because the safety of consumers and the economic benefits of selling the finished product depend on product quality indicators. For the analysis of taste, sanitary and hygienic, technological indicators of quality of smoked cheese, laboratory testing of a separate batch of products is often used. This technique is used due to the fact that it allows you to determine the quality indicators of cheese products with high accuracy, but it has many disadvantages: the duration of the laboratory study, the use of expensive specialized laboratory equipment, the selection of the study, the variation in the accuracy of the analysis depending on the cheese variety. It is in this case that there is a need to automate Express analysis of smoked cheeses. The most effective and accurate method is the color optoelectronic analysis of the cheese surface, which allows you to determine the parameters necessary for the selection of selective criteria for dividing the analyzed products into groups. The purpose of the research is to analyze the effectiveness of optoelectronic control of the electrotechnological process of cheese Smoking and to study the influence of the main parameters of the Smoking process on the content of microorganisms and structural and mechanical characteristics of smoked cheeses, as well as their determination by means of optoelectronic Express analysis. The study of the possibility of using optical-electronic control systems in the field of cheese Smoking was conducted on the basis of a laboratory installation in the Kuban state agrarian university. The reliability of the results is confirmed by the repeated repetition of the research and the reproducibility of the results obtained, the use of generally accepted methods, instruments and mathematical processing of experimental data. To determine the effectiveness of optoelectronic analysis and control of smoked cheeses, an experimental study was conducted, consisting of 2 stages: 1) determining the accuracy of color analysis of the optoelectronic system depending on the type of smoked cheese; 2) determining the accuracy of determining the microbiological and structural-mechanical parameters of smoked cheese opto-electronic system. For the first stage of the study, a color anal-

ysis of 100 images of 4 types of smoked cheese was performed: sausage, suluguni, cecil, perlini. The results of the study confirm the high accuracy of optoelectronic analysis (the error is no more than 5%). For the second stage of the study, a color analysis of 10 parts of the sausage type of cheese was performed in order to determine microbiological and structural-mechanical parameters. The results of the study showed a high accuracy of determining the microbiological and structural-mechanical parameters of the surface of smoked cheese by optical-electronic method (the error is not more than 10%).

Keywords: image, analysis, control, optoelectronic vision, cheese, smoking, efficiency, automation, camera.

Введение. В сыроделии, как и в любой отрасли сельского хозяйства, отражаются проблемы, характерные для состояния промышленности всей страны. Россия является членом Таможенного союза, поэтому перед сыродельной отраслью сельского хозяйства встали обязательства, подразумевающие создание равных условий для обращения на рынке сыродельной продукции стран - участниц этого союза [1]. Это значит, что предпочтение тому или иному виду сыра будет отдавать покупатель, руководствуясь или вкусовыми пристрастиями, или финансовыми возможностями. Поэтому конкурентоспособность сырной продукции и обеспечение ее качества являются важными проблемами в АПК, которые требуют эффективного решения.

Копчение некоторых видов сыров является традиционным, однако в зависимости от рыночного спроса количество разновидностей, подлежащих копчению, может меняться [2]. Существует два способа создания копченого вкуса. При традиционном методе сыры при относительно низкой температуре помещают в среду, насыщенную дымом от тлеющих дубовых или яблоневых щепок. Для некоторых мелкосерийных сыров дым выполняет также функцию консерванта, но в основном он нужен для создания специфического вкуса сыра [3]. Второй метод заключается в применении жидкого «конденсированного дыма», добавляемого на стадии размола, или, как специи, вместе с солью, а также погружением сыров в коптильную жидкость. Копченый сыр – продукт, который обязательно прошел процедуру копчения. Учитывая применение высоких температур, на поверхности образуется корочка коричневого цвета с желтым оттенком (рисунок 1).

К сырам, как и любым сельскохозяйственным продуктам предъявляются требования по вкусовым, санитарно-гигиеническим, технологическим показателям качества. Для копченого сыра можно выделить следующие группы показателей, определяющих качество продукции: массовая доля жира; массовая доля влаги; массовая доля белка; титруемая и активная кислотность; органолептические показатели; свободные аминокислоты; количество витаминов; количество минеральных веществ; микробиологические показатели; структурно-механические показатели.

В настоящее время контроль за этими показателями осуществляется посредством анализа выборочного продукта из партии сыра. Результат идентификации конкретной продукции оформляют в порядке, предусмотренном правилами сертификации однородных видов продукции, либо в виде заключения. При подготовке заключения используют результаты экспертизы документации, инструментальной, органолептической и визуальной проверок, опробования, испытаний образца [4].

Основными недостатками данных методов анализа является продолжительность их проведения, использование дорогостоящего специализированного лабораторного оборудования, выборочность проводимого исследования, вариация точности проведения анализа в зависимости от сорта сыра.

Для проведения эффективного анализа выборочной партии копченого сыра необходимо осуществление целого ряда операций, которые занимают значительное время (до 1 месяца). Связано это с большим количеством показателей качества сыра, которые необходимо проверять в лабораторных условиях.

При проведении лабораторного анализа копченого сыра зачастую используется оборудование, рассчитанное на исследование определенного параметра продукта, таким образом для обеспечения должного контроля всех показателей качества сыра необходим целый ком-

плекс электротехнологических установок [5]. За счет этого значительно увеличивается стоимость проведения лабораторного анализа копченого сыра.

Технология копчения предполагает использование специальных электрокопильных установок, рассчитанных на производство определенного количества продукции. После окончания процесса копчения сыра производится выборочный анализ полученной продукции. Связано это с тем, что проведение лабораторных исследований всей продукции экономически не выгодно. Поэтому показатели качества копченого сыра определяются на основе анализа небольшой партии, что не всегда с большой точностью позволяет судить о качестве полученной продукции в целом.

В настоящее время существует большое количество видов копченого сыра: перлини, колбасный, скаморца, сулугуни, моцарелла, грюйерский, английский чеддер, голландский гауда. В зависимости от вида сыра различаются и требования по вкусовым, санитарно-гигиеническим, технологическим показателям качества [6].

Так, например, для «колбасного» сыра горячего копчения (рис. 1) допускается вариация окраски внешней корки от желтого до светло-коричневого, а для сыра холодного копчения «перлини» (рис. 2) допускается вариация окраски от светло-желтого до интенсивно-желтого. Таким образом, для проведения точного анализа показателей качества разных видов сыров необходимо использование различных методик, предполагающих использование различного оборудования. В настоящее время проблема контроля качества копченого сыра возникает не только в России, но и в зарубежных странах [7, 8].



Рис. 1. Колбасный сыр горячего копчения



Рис. 2. Сыр холодного копчения «перлини»

Для решения вышеописанных проблем рационально использование автоматических оптико-электронных установок для анализа и распознавания копченых сыров. В основе дан-

ной установки лежит оптический блок, осуществляющий цветовой анализ параметров копченого сыра, на основе которого выделяются селективные критерии сортировки продукции (рис. 3). Если сыр соответствует заданным параметрам (цвет, форма, структура поверхности), то он отправляется на рынок сбыта готовой продукции. Если продукция не проходит по ряду критериев, то она отправляется обратно в электрокопильню для приобретения нужных качеств.

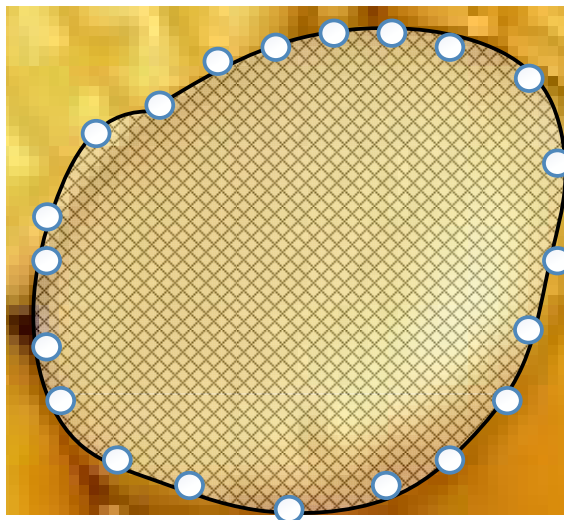


Рис. 3. Цветовой анализ параметров копченого сыра на выделенной области

Данная установка позволяет определить цветовые параметры, по которым возможно установления соответствия анализируемого продукта заданным показателям качества. Достоинством данной установки является скорость работы, точность анализа и производительность. Рассмотрим рациональные параметры и режимы оптико-электронной установки для анализа копченого сыра.

Цель исследований. Провести анализ эффективности оптико-электронного контроля электротехнологического процесса копчения сыров. Это связано с высокими требованиями и нормами, предъявленными государственными стандартами к копченым сырам. Также целью работы является определение оптимальных параметров и режимов работы оптико-электронной системы контроля качества сырной продукции.

Материалы и методы исследования. В настоящее время копчение сыра осуществляется с помощью специальных электрокопильных автоматических систем, в которых технологический процесс осуществляется непрерывно и полностью в автоматическом режиме за управляющих сигналов от датчиков температуры, влаги, дыма. Для осуществления контроля качества готовой продукции актуально использование специализированного оптико-электронного контроля. Принципиальная схема электрокопильни с оптико-электронным контролем представлена на рисунке 4.

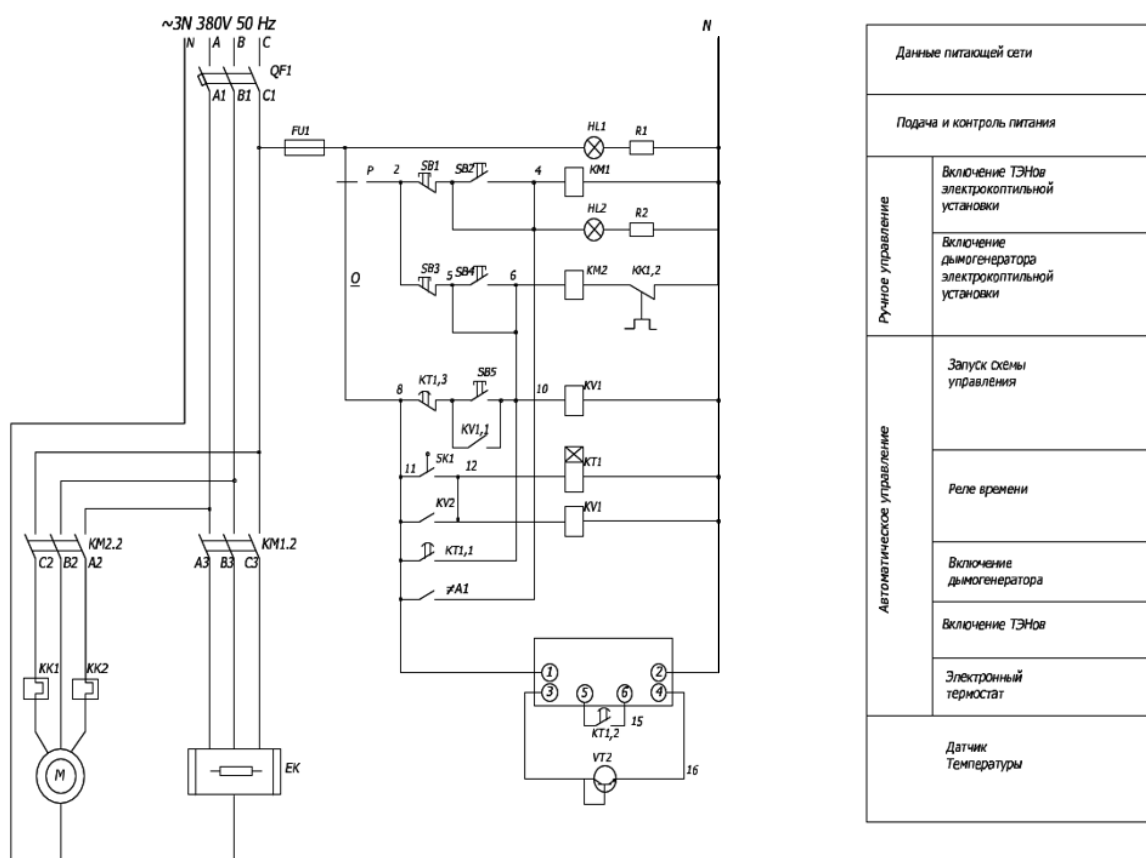


Рис. 4. Принципиальная схема электрокотильной с оптико-электронным контролем

В схеме предусмотрена защита от перегрузок и коротких замыканий в цепи питания дымогенератора и нагревательных элементов, автоматическим выключателем QF1 и цепи управления, предохранителем FV1, кроме того, схема управления осуществляет нулевую защиту от исчезновения напряжения сети контакторами KM1 и KM2.

Ручное управление осуществляется переключением переключателя SA в положение «Р». После чего нажать на кнопку SB4. Это приводит к срабатыванию контактора KM2 и подключению дымогенератора к сети. Отключение дымогенератора производится нажатием кнопки SB3, после чего обесточивается катушка контактора KM2 и отключение дымогенератора от сети.

Аналогично производится включение нагревательных элементов электрокотильной установки. Пуск производится нажатием кнопки SB4, о чем будет сигнализировать сигнальная лампа HL2, отключение производится кнопкой SB.

Автоматическое управление производится переключением переключателя SA в положение «А».

Нажатием кнопки SB запитывается катушка контактора KV1, контакты KV1.1 этого контактора блокируют кнопку SB4, а контакты KV1.2. запитывают термостат A1.

В термостат имеется сбалансированный мост сопротивлений, одним из плеч которого является датчик температуры VT2. Так как температура в котильной камере низкая, то на катушку промежуточного реле к термостату подается напряжение и контакты этого реле A1.1. замкнутся, тем самым замкнут цепь 11-4, подав напряжение на катушку контактора KM1 и подключив ТЭНы к сети. Начнет повышаться температура в котильной камере и достигнув значения 95°C, сравнительный мост термостата примет уравновешенное положение и разомкнет контакты A1.1., в дальнейшем до включения контактов KT1.2., термостата будет удерживать температуру в котильной камере 95°C.

Применяемый в установке электронный термостат предназначен для поддержания заданной постоянной температуры среды. С большей точностью поддерживает температуру,

может работать совместно с различными нагревателями [9]. В приборе предусмотрена система защиты при выходе электронного блока из строя.

Сортировка сырной продукции 2 после электрокоптильни 1 осуществляется с помощью оптико-электронного контроля (рис. 5). Данный контроль осуществляется при помощи оптических средств детектирования 3 (цифровые фотокамеры), которые получают изображение семян и передают изображение на аналитический блок 4 (компьютер с соответствующим программным обеспечением), где происходит анализ этого изображения [10]. Отбраковка сыра после анализа осуществляется с помощью программируемого контроллера 5, который позволяет отслеживать все параметры поверхности полностью в автоматическом режиме.

Программа на основе данных, занесенных в нее, выдает результат какого качества сырный круг и передает результирующий управляющий сигнал на микроконтроллер, который подает сигнал на блок управления электропривода и исполнительный механизм 6 (транспортер).

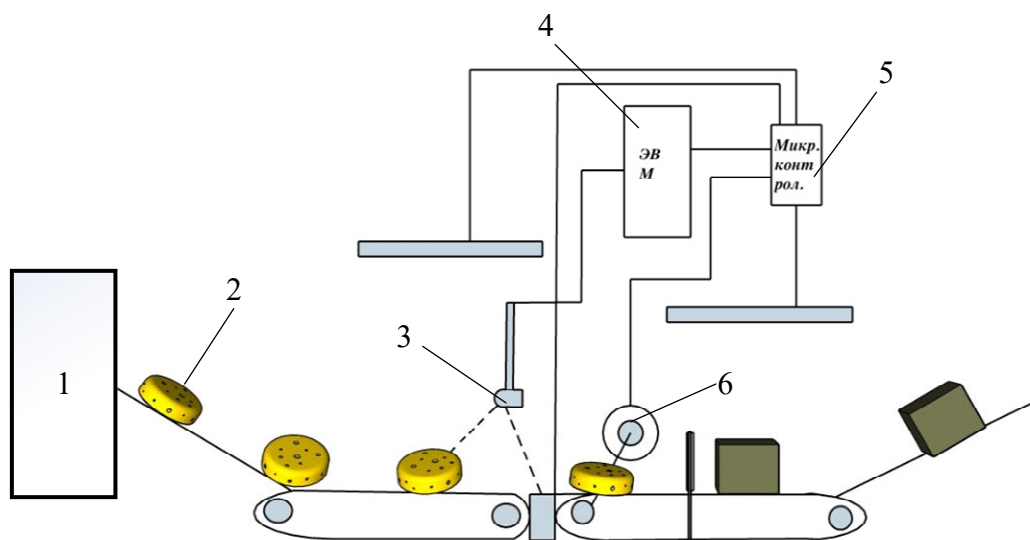


Рис. 5. Технологическая схема оптико-электронной установки для анализа копченого сыра

Если поверхность копченого сыра имеет структуру и окраску, не соответствующую заданному виду, то продукция при помощи транспортера перемещается в электрокоптильню для завершения процесса обработки и достижения требуемых показателей качества. Если поверхность сыра является оптимальной согласно заданным требованиям, то он подается на транспортер, перемещающий продукцию в отделение с продукцией, готовой к транспортировке и сбыту. Оптическая система также позволяет определять геометрические размеры головок копченого сыра с помощью математического построения контуров продукта по аналогии с алгоритмом определения размеров и формы куриных яиц, описанных в патентах КубГАУ [11, 12, 13].

Алгоритм работы данной оптико-электронной установки для анализа копченого сыра аналогичен работе фотосепараторов для очистки семенного материала [14, 15]. В основе данного алгоритма лежит цветовой анализ и распознавание изображения сортируемой продукции, получение цветовых параметров, согласно которым выделяются селективные критерии разделения копченых сыров на группы согласно их готовности к потреблению.

Алгоритм работы оптико-электронной установки для анализа копченого сыра состоит из 4 основных этапов:

1. Подача продукции в зону анализа.

2. Получение изображения объекта оптическим блоком и его передача в аналитический блок.

3. Процесс распознавания изображения согласно заданным показателям и требованиям ГОСТ к качеству анализируемой продукции.

4. Отбраковка продукции согласно результатам анализа.

Подача и отбраковка копченого сыра осуществляется с помощью ленточных транспортеров. Оптический блок выбирается согласно виду сортируемой продукции. Аналитический блок производит распознавание изображения согласно выбранной методике цветового анализа объекта. В данной установке был применен метод определения и анализа RGB цветовых параметров выделенной области поверхности сыра.

Внешний вид и конструкция опико-электронной установки для анализа и сортировки копченого сыра показаны на рисунках 6, 7.

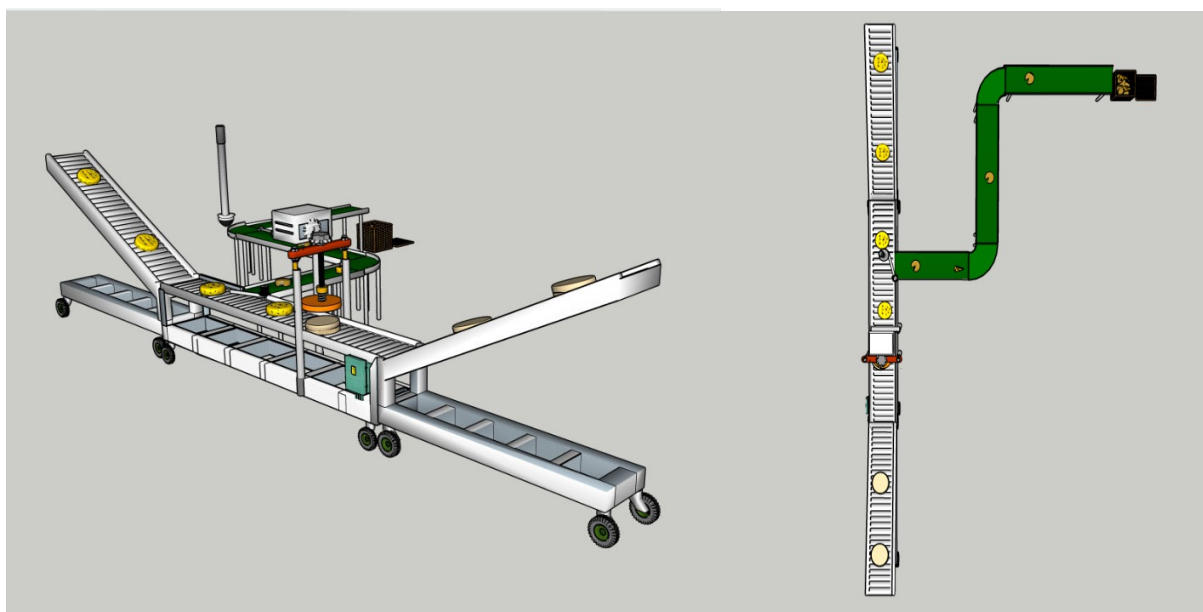


Рис. 6. Внешний вид сверху и сбоку и конструкция технологической линии сортировки копченого сыра с опико-электронным контролем

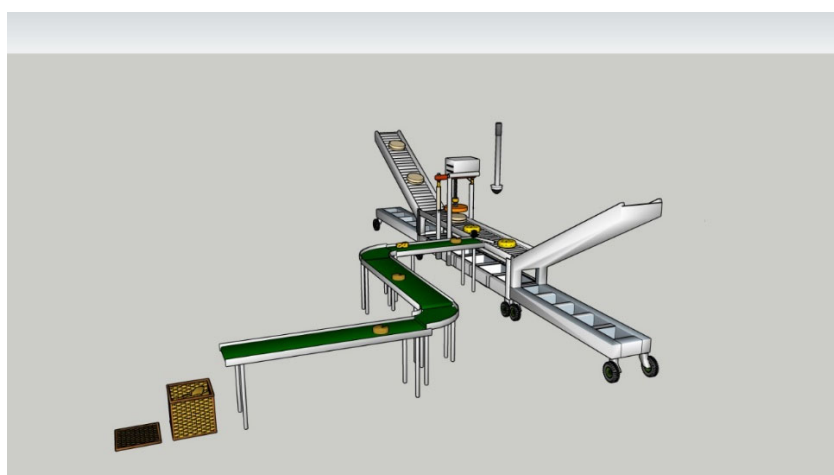


Рис. 7. Внешний вид и конструкция технологической линии сортировки копченого сыра с опико-электронным контролем

Результаты и их обсуждение. Исследование опико-электронной установки для анализа копченого сыра проводились в 2 этапа:

1. Определение точности определения цветовых параметров поверхности копченого сыра в зависимости от его вида.

2. Расчет точности определения микробиологических и структурно-механических показателей сыра согласно селективным критериям, полученным по цветовым параметрам поверхности объекта.

Для проведения первого этапа исследования было использовано 4 вида копченого сыра: колбасный, сулугуни, чечил, перлини. Для определения точности определения цветовых параметров поверхности копченого сыра был проведен цветовой анализ 100 изображений одного и того же вида сыра. В основе цветового анализа объекта лежит выделение отдельных областей на поверхности сыра и вычисление средних значений цветовых параметров R, G, B при помощи программы AlexeySoft Color Picker Pro (рис. 8).



Рис. 8. Определение RGB цветовых параметров выделенной области копченого сыра

Чтобы определить погрешности в измерении цветовых параметров выделенной области поверхности копченого сыра воспользуемся методикой расчета случайных погрешностей прямых многократных измерений и определим средние значения цветовых параметров при проведении цветового анализа 100 изображений, а также среднее квадратичное отклонение каждого из параметров R, G, B для всех видов сыров согласно формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta X_i^2}{n}} \tag{1},$$

где n – количество измерений.

Результаты полученных расчетов среднее квадратичных отклонений и средних значений измерения цветовых параметров для каждого вида копченого сыра представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты исследования точности определения цветовых параметров поверхности копченого сыра в зависимости от его вида

№	Вид сыра	Цветовой параметр R		Цветовой параметр G		Цветовой параметр B		Окраска
		R _{ср}	σ	G _{ср}	σ	B _{ср}	σ	
1	Колбасный	139	3,3	69	1,5	19	1	Светло-Коричневый (SaddleBrown)
2	Сулугуни	250	4,2	250	5,2	210	2,1	Бледно-золтистый (LtGoldenrodYello)
3	Чечил	238	3,9	221	3,4	130	1,8	Светло-золотистый (LightGoldenrod)
4	Перлини	238	4,5	232	2,8	170	0,8	Бледно-желтый (PaleGoldenrod)

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что точность определения цветовых параметров поверхности копченого сыра оптико-электронной установкой достаточная для выделения селективных критериев сортировки сыра согласно требуемым показателям качества независимо от вида продукции.

Для осуществления второго этапа исследования был проведен цветовой анализ 10 частей колбасного вида сыра с целью определения микробиологических и структурно-механических показателей. Для расчета точности определения микробиологических и структурно-механических показателей сыра согласно селективным критериям сравним показатели, полученные оптико-электронной установки для анализа копченого сыра (ОЭУ) с результатами лабораторного анализа. Для определения точности используем относительную погрешность измерения δ . Полученные данные 10 опытов представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты исследования расчета точности определения микробиологических и структурно-механических показателей сыра согласно селективным критериям, полученным по цветовым параметрам поверхности объекта

№ опыта	Плотность структуры, кг/м ³			Вязкость, Па·с			Содержание микроорганизмов, см ²		
	ОЭУ	Лаб.	δ , %	ОЭУ	Лаб.	δ , %	ОЭУ	Лаб.	δ , %
1	1043	1032	1,0659	14200	14104	0,6807	5390	5304	1,6214
2	1066	1055	1,0427	14611	14876	1,7814	5699	3430	66,1516
3	1070	1056	1,3258	11834	11001	7,5720	3652	3255	12,1966
4	1031	1060	2,7358	10855	10618	2,2321	3608	3861	6,5527
5	1053	1032	2,0349	11770	11489	2,4458	4562	4540	0,4846
6	1035	1055	1,8957	19182	19885	3,5353	4725	4446	6,2753
7	1060	1032	2,7132	17333	17847	2,8800	5340	5516	3,1907
8	1033	1065	3,0047	15412	15231	1,1884	4489	4180	7,3923
9	1031	1056	2,3674	18522	19170	3,3803	5050	5284	4,4285
10	1064	1069	0,4677	16329	17921	8,8834	4326	4181	3,4681

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что точности определения микробиологических и структурно-механических показателей оптико-электронной установки для анализа копченого сыра достаточная для проведения экспресс-анализа сырной продукции при его производстве.

Выводы. Оптико-электронные методы анализа продукции на сегодняшний день применяются в различных областях, в том числе и в сельском хозяйстве. Данные технологии нужны для автоматизации производственного процесса, замены механического труда, увеличения производительности и экономических показателей предприятия.

Применение технологий оптико-электронного анализа продукции производстве копченого сыра при оптимально заданных параметрах и режимах работы способно обеспечить соответствие готовой продукции вкусовым, санитарно-гигиеническим, технологическим показателям качества. Благодаря оптико-электронным средствам детектирования готовой продукции пропадает необходимость проведения лабораторных исследований для определения готовности продукции к реализации при копчении сыра.

Точность определения цветовых параметров поверхности копченого сыра оптико-электронной установкой достаточно высокая (погрешность до 10 %) и позволяет эффективно использовать такие установки на сыроварнях для контроля готовой продукции. Также высокая и точность определения микробиологических и структурно-механических показателей оптико-электронной установки для анализа копченого сыра (относительная погрешность не более 10%).

Библиография.

1. Технический регламент Таможенного союза 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции.
2. Аникушина Р.И., Эмухвари Г.И., Кутровский В.Н. Способ производства копченого сырного продукта // Патент RU 2197828 С1, 10.02.2003. Заявка № 2001132180/13 от 29.11.2001.
3. Скотт Р., Робинсон Р.К., Уилби Р.А. Производство сыра. Научные основы и технологии. - СПб.: ГИОРД, 2005. - 585 с.
4. Горощенко Л. Г. Российское производство сыров и творога // Сыроделие и маслоделие. 2014. № 4. С. 4-6.

5. Орлова Е.А. Влияние упаковочного материала на качество копченых колбасных плавленых сыров и сырных продуктов / Орлова Е.А., А.В. Дунаев, В.В. Калабушкин // Сыроделие и маслоделие. - 2017. - № 5. - С. 44-46.
6. Логинов В. А., Линкевич Е. Т., Гаврилова Н. Б. Способ производства полутвердого копченого сыра // Патент RU 2517598 C1, 27.05.2014. Заявка № 2012143946/10 от 15.10.2012.
7. Kammerlehner, J. The IDF cheese catalogue. DMZ, Lebensmittelindustrie undMilchwirtschaft. 1993, 114 (22),-P. 624-633.
8. Fessman, K. D. Smoking tecnologie at a time of change / K. D. Fessman // Fleischwirtschaft. - 1995. - Bd. 75, - № 9. - S. 226-228, 230.
9. Лебедев Д.В., Рожков Е.А. Расчет оптико-электронных схем по закону Ома. //Авторское свидетельство РФ № 2013616502, 10.07.2013.
10. Физика: Учеб. - метод. пособие для студентов направления 36.03.02 «Зоотехния (Технология производства продуктов животноводства)»/ Д. В. Лебедев, Е.А. Рожков. - Краснодар 2020.- С. 130.
11. Лебедев Д.В., Рожков Е.А. Получение математических размеров по бинарному изображению яйца. //Авторское свидетельство РФ № 2013617745, 22.08.2013.
12. Лебедев Д. В., Лебедев И. Д., Лебедев В. Д., Яншин А. В. Устройство для сортировки яиц. // Патент на изобретение RU 2654328 C1, 17.05.2018. Заявка № 2017128373 от 08.08.2017.
13. Лебедев Д.В., Якименко М.О., Кузьменко П.С. Устройство для сортировки яиц. // Патент на изобретение RU 2504149 C1, 20.01.2014. Заявка № 2012128404/13 от 05.07.2012.
14. Лебедев Д. В., Рожков Е. А. Отсортировка по цвету зараженных фузариозом и головней семян пшеницы в многокритериальном фотоэлектронном сепараторе // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. Vol. 4. N37.
15. Лебедев Д.В., Цыганков Б.К. Оптико-электронный экспресс-анализ семенного материала: монография. Кубанский государственный университет. Краснодар. 2013. 178 с.

References

1. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [Technical regulations of the Customs Union] 033/2013. About the safety of milk and dairy products.
2. Anikushina R. I., Emukhvari G. I., Kutrovsky V. N. Sposob proizvodstva kopchenogo syrnoogo produkta [Method of production of smoked cheese product] // Patent RU 2197828 C1, 10.02.2003. Application no. 2001132180/13 dated 29.11.2001.
3. Scott R., Robinson R. K., Wilby R. A. Proizvodstvo syra. Nauchnye osnovy i tekhnologii [Cheese production. Scientific bases and technologies]. Saint Petersburg: GIORO, 2005, 585 p.
4. Goroshenko L. G. Rossijskoe proizvodstvo syrov i tvoroga [Russian production of cheese and cottage cheese] // Raw-dellie and butter. 2014. no. 4. Pp. 4-6.
5. Orlova E. A. Vliyanie upakovochnoogo materiala na kachestvo kopchenyh kolbasnyh plavlennyh syrov i syrnyh produktov [Influence of packaging material on the quality of smoked sausage processed cheeses and cheese products] / Orlova E. A., A.V. Dunaev, V. V. Kalabushkin // Cheese and butter making. - 2017. - № 5. - P. 44-46.
6. Loginov V. A., Linkevich E. T., Gavrilova N. B. Sposob proizvodstva polutverdogo kopchenogo syra [Method of production of semi-hard smoked cheese] // Patent RU 2517598 C1, 27.05.2014. Application no. 2012143946/10 dated 15.10.2012.
7. Kammerlehner, J. the IDF cheese catalog. DMZ, Lebensmittelindustrie undMilchwirtschaft. 1993, 114 (22),-P. 624-633.
8. Fessman, K. D. Smoking tecnologie at a time of change / K. D. Fessman // Fleischwirtschaft. - 1995. - Bd. 75, - no. 9. - S. 226-228, 230.
9. Lebedev D. V., Rozhkov E. A. Raschet optiko-elektronnyh skhem po zakonu Oma [Calculation of optical-electronic circuits according to the law of Ohm]. //Copyright certificate of the Russian Federation no. 2013616502, 10.07.2013.
10. Fizika [Physics]: Study - method. manual for students of the direction 36.03.02 «Zootechnia (technology of production of animal products)» / D. V. Lebedev, E. A. Rozhkov. - Krasnodar 2020. - P. 130.
11. Lebedev D. V., Rozhkov E. A. Poluchenie matematicheskikh razmerov po binarnomu izobrazheniyu jajca [Obtaining mathematical dimensions based on a binary image of an egg]. // Copyright certificate of the Russian Federation no. 2013617745, 22.08.2013.
12. Lebedev D. V., Lebedev I. D., Lebedev V. D., Yanshin A.V. Ustrojstvo dlya sortirovki yaic [Device for sorting eggs]. // Patent for invention RU 2654328 C1, 17.05.2018. Application no. 2017128373 from 08.08.2017.
13. Lebedev D. V., Yakimenko M. O., Kuzmenko P. S. Ustrojstvo dlya sortirovki yaic [Device for sorting eggs]. // Patent for invention RU 2504149 C1, 20.01.2014. Application no. 2012128404/13 dated 05.07.2012.
14. Lebedev D. V., Rozhkov E. A. Otsortirovka po cvetu zarazhennyh fuzariozom i glavnoej semyan pshe-nicy v mnogokriterial'nom fotoelektronnom separatore [Sorting by color of wheat seeds infected with Fusarium and smut in a multi-criteria photoelectron separator] // Electrotechnology and electrical equipment in the agro-industrial complex. 2019. Vol. 4. N37.

15. Lebedev D. V., Tsygankov B. K. Optiko-elektronnyj ekspress-analiz semennogo materiala [Opto-electronic express analysis of seed material]: monograph. Kuban state University. Krasnodar. 2013. 178 p.

Сведения об авторах

Лебедев Дмитрий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Физики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел. 8(909)445-85-66, e-mail: dm.lebedev@mail.ru

Рожков Евгений Александрович, аспирант третьего года обучения кафедры Физики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел. 8 (964) 912-07-16, e-mail: zhenyacool31@mail.ru

Пивоваров Максим Игоревич, студент первого года обучения кафедры Физики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел. 8 (999) 239-97-10, e-mail: mail.maxima97@gmail.com

Лебедева Валентина Александровна, специалист ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел. 8 (909) 445-85-65, e-mail: vlebedeva@bk.ru

Information about authors

Lebedev Dmitriy Vasilyevich, candidate of technical Sciences, docent, docent of the Department of Physics, «Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin», 13 Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia, tel. 8 (909)445-85-66, e-mail: dm.lebedev@mail.ru

Rozhkov Evgeniy Alexandrovich, third-year post-graduate student of the Department of Physics of the «Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin», 13 Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia, tel. 8 (964) 912-07-16, e-mail: zhenyacool31@mail.ru

Pivovarov Maxim Igorevich, first-year student of the Department of Physics, «Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin», 13 Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia, tel. 8 (999) 239-97-10, e-mail: mail.maxima97@gmail.com

Lebedeva Valentina Alexandrovna, specialist of the «Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin», 350044, Russia, tel. 8 (909) 445-85-65, e-mail: vlebedeva@bk.ru

УДК 631.363.7

Н.А. Рыбалкин, А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ В ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ

Аннотация. Отличительной особенностью непрерывного процесса смешивания является то, смесеобразование должно завершиться за период прохождения всех исходных компонентов от момента их загрузки до выгрузки из смесителя. При этом требования по степени однородности готового продукта остаются неизменными. Определенные преимущества перед другими видами смесителей имеют лопастные, способные сглаживать неравномерность и колебания в работе дозирующих систем. Процессы равномерного распределения исходных компонентов имеют общую закономерность и их можно описать экспоненциальной зависимостью. Представляя процесс смешивания в лопастных смесителях непрерывного действия как совокупность однотипных, последовательно чередующихся друг за другом элементарных актов силового воздействия рабочего органа на смешиваемый материал. Получено уравнение кинетики процесса смешивания, согласно которому конечный результат определяется не только количеством произведенных воздействий, но и эффективностью каждого из них. Увеличение количества зон смешивания может происходить с одновременным увеличением или уменьшением ширины отдельной элементарной зоны, так как она устанавливается с учетом обеспечения непрерывного процесса смесеобразования. Одним из способов повышения эффективности силового воздействия может быть увеличение коэффициента учитывающего зону возбуждения материала при одновременном снижении ширины лопасти. Данное условие может быть достигнуто путем использования смесителя с возможностью регулирования длины пути перемешивания. Это оказывается возможным, когда у горизонтального смесителя материалов. При пробном перемешивании компонентов, степень готовности смеси устанавливается анализом смешиваемой массы (проб) на различных расстояниях от места загрузки. Таким образом, определяется длина пути перемешивания и производится установка загрузочного бункера в соответствующую ячейку, обеспечивающую заданное качество готовой смеси.

Ключевые слова: смешивание, корма, лопастной смеситель, лопасть, эффективность.

IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF MIXING FODDER IN A VALVE MIXER

Abstract. Mixing should be completed when all components of the original components are loaded before the mixer. At the same time, the requirements for the degree of homogeneity of the finished product remain unchanged. Advantages over other types of mixers are unevenness and fluctuations in the operation of dosing systems. The processes of uniform distribution of the initial components have a common pattern and can be described by an exponential dependence. Representation of the mixing process in continuous paddle mixers as a combination of the same type of interacting elements of the impact on the body in a mixed material. The kinetics equation of the mixing process is obtained, according to which the final result is determined not only by the result of the impacts, but also by the effectiveness of each of them. An increase in the number of zones can occur with a simultaneous increase or decrease in the width of all elements of the elementary zone. One of the ways to increase the effectiveness of the force action can be to increase the coefficients, taking into account the residual excitation of the material while reducing the width of the blade. This condition can be achieved by using a mixer with the ability to control the length of the mixing path. This is possible when a horizontal material mixer. During the trial mixing of the components, the degree of readiness of the mixture is determined by the analysis of the mixed mass (samples) in various places from the loading point. Thus, the mixing path length is determined and the loading hopper is installed in the appropriate cells.

Keywords: mixing, feed, paddle mixer, paddle, efficiency.

Введение. Использование комбинированных кормов и смесей с биодобавками позволяет в несколько раз увеличить эффективность прироста живой массы животных, однако они требуют высокой степени однородности при смешивании. Смешиванием (или перемешиванием) называют процесс соединения объёмов различных веществ с целью получения однородной смеси, то есть создания равномерного распределения частиц каждого компонента по объёму путём перегруппировки их под действием внешних сил. Для этой цели в животноводстве используются разнообразные смесители кормов [1 - 4, 6].

Согласно обобщенной модели формирования эффективности ТП, процесс смешивания на начальной стадии рассматривается как «триада» В.П. Горячкина, результатом деятельности которой должно являться получение готовой смеси [5]. Поэтому, в качестве показателя надежности процесса смешивания, характеризующего завершенность процесса и его конечный результат, нами предложено соответствие степени однородности смеси θ заданной [6].

Согласно справочных данных требуемое значение степени однородности варьирует довольно в широких пределах и зависит, в первую очередь, от вида и возраста животных, для которых предназначены эти кормосмеси. Но для комбикормов собственного производства этот показатель должен составлять 90...95% [6, 7]. Отличительной особенностью непрерывного процесса смешивания является то, смесеобразование должно завершиться за период прохождения всех исходных компонентов от момента их загрузки до выгрузки из смесителя. При этом требования по степени однородности готового продукта остаются неизменными. Это довольно трудная задача, в решении которой должны учитываться и неравномерности дозирования исходных компонентов.

Определенные преимущества перед другими видами смесителей имеют лопастные, способные сглаживать неравномерность и колебания в работе дозирующих систем. При этом сами смесители имеют самые разнообразные конструкции лопастных мешалок (рис. 1).

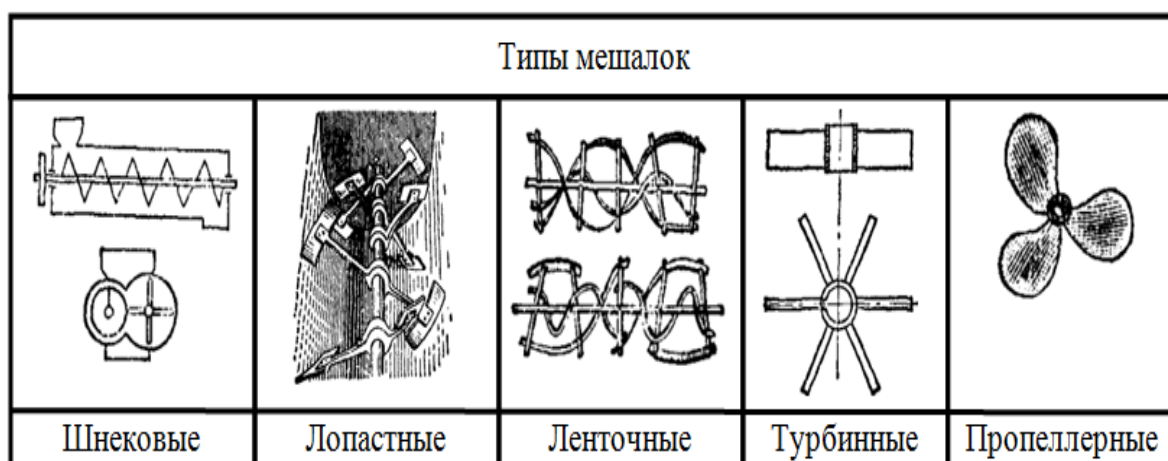


Рис. 1. Схемы лопастных мешалок

Рабочие поверхности лопастей мешалки и корпуса смесителя непосредственно контактируют с материалом. При этом именно лопасти оказывают то силовое воздействие, которое обеспечивает смесеобразование, перераспределение частиц и перемещение материала непрерывным потоком к выгрузному отверстию. Это и есть *целевое назначение* рабочих органов смесителя. Таким образом, лопасти смесителя должны непрерывно готовить заданное количество готового продукта, но при обязательном его соответствии требуемой степени однородности.

Основная часть. Процесс смешивания кормовых материалов в силу специфических особенностей исходных компонентов является сложным, а режимы смешивания кормов базируются, в основном, на экспериментальных данных, полученных в определенных условиях. Вместе с тем процессы равномерного распределения исходных компонентов имеют общую закономерность и их можно описать экспоненциальной зависимостью. Представляя процесс смешивания в лопастных смесителях непрерывного действия как совокупность однотипных последовательно чередующихся друг за другом элементарных актов силового воздействия рабочего органа на смешиваемый материал, нами [6, 8] было получено уравнение кинетики процесса смешивания, согласно которому конечный результат определяется не только количеством произведенных воздействий, но и эффективностью каждого из них. Уравнение имеет следующий вид:

$$\theta = 1 - e^{-J \cdot Z}, \quad (1)$$

где J - эффективность каждого элементарного воздействия лопастей;

Z - количество элементарных зон смешивания.

Эффективность силового воздействия лопастей:

$$J = \frac{A}{v} \cdot k_b \cdot b_l \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

где A - коэффициент пропорциональности, характеризующий условия процесса смешивания, свойства смешиваемых материалов, форму рабочих органов, отклонения от номинальных параметров установки и др.;

k_B - коэффициент, учитывающий зону возбуждения материала;

b_L - ширина лопасти в рассматриваемом сечении, м;

α - угол установки лопасти к направлению движения град;

v - скорость движения смешиваемой массы в смесителе, м/с.

Уравнение (1) показывает, что эффективность достижения требуемой однородности смеси будет интенсивно нарастать при одновременном увеличении параметров J и Z . Увеличение количества зон смешивания может происходить с одновременным увеличением или уменьшением ширины отдельной элементарной зоны, так как она устанавливается с учетом обеспечения непрерывного процесса смесеобразования. При этом, в первом случае может произойти уменьшение требуемой продолжительности процесса и уменьшение длины смесителя, а во втором случае, – увеличение ширины элементарной зоны требует большей длины смесителя и продолжительности процесса в целом. Интенсификация смесительного акта, протекающего в каждой элементарной зоне, определяется условиями контакта и характером развития деформаций в зоне возбуждения, которые учитываются параметрами A и k_B формулы 2.

Экспериментальная часть. Зависимость степени однородности смеси (уравнение 1) представлена в графическом виде на рисунке 2, который иллюстрирует влияние количества зон смешивания на показатель надежности процесса при различных значениях эффективности силового воздействия лопастей.

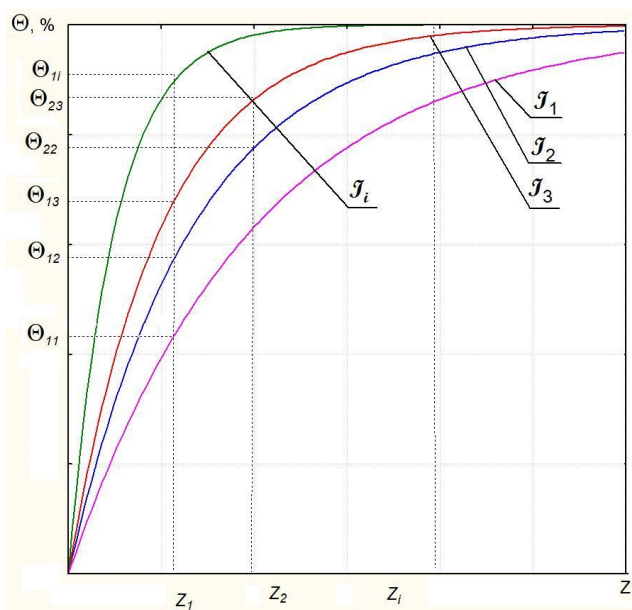


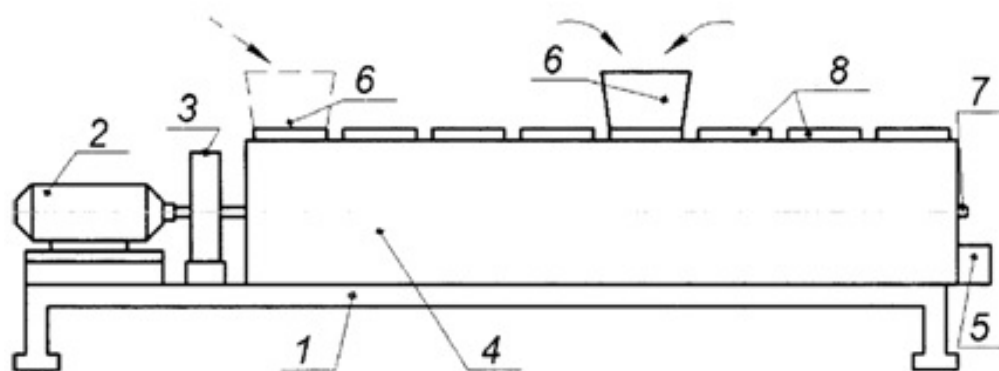
Рис. 2. Зависимость степени однородности смеси (Θ) от количества зон смешивания (Z) и эффективности элементарного воздействия лопасти (J)

Полученные зависимости математически описывают функцию целевого назначения. Поэтому необходимо установить и *функцию наивыгоднейшего решения*, за счет которой можно добиться повышения эффективности ТП. Одним из способов повышения эффективности силового воздействия может быть увеличение коэффициента учитывающего зону возбуждения материала при одновременном снижении ширины лопасти. Это дает увеличение количества зон смешивания на определенной длине смесителя.

Данное условие может быть достигнуто путем использования смесителя с возможностью регулирования длины пути перемешивания [6, 9]. Это оказывается возможным, когда у горизонтального смесителя материалов (рис. 3), включающего опорную раму, корпус с раз-

грузочным отверстием, загрузочным бункером и горизонтальным валом с лопастями, при устройстве на верхней поверхности корпуса смесителя вдоль оси симметрии ячеек, представляющих собой продольные прямоугольные вырезы, обрамленные ребрами с внутренними пазами и горизонтально размещенными в пазах шиберами с возможностью их временного закрепления, загрузочный бункер выполнен отдельно от корпуса и жестко соединен снаружи с пластиной по периметру его нижнего торца с возможностью установки пластины вместо шибера, в одну из ячеек и с возможностью ее временного закрепления [10].

Возможность извлечения проб в процессе перемешивания из корпуса смесителя существует при частичном выдвигании шиберов. При пробном перемешивании компонентов, степень готовности смеси устанавливается анализом смешиваемой массы (проб) на различных расстояниях от места загрузки. Таким образом, определяется длина пути перемешивания и производится установка загрузочного бункера в соответствующую ячейку, обеспечивающую заданное качество готовой смеси.



1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – корпус смесителя; 5 – разгрузочное отверстие; 6 – загрузочный бункер

Рис. 3. Горизонтальный смеситель материалов

Место установки загрузочного бункера определяется путем оценки изменяющегося качества результата смешивания по длине смесителя. Для чего поочередным сдвиганием шиберов приоткрываются отверстия, отбираются и анализируются извлеченные из корпуса смесителя пробы. По результатам анализа определяется место установки загрузочного бункера, практически исключаящее не имеющий смысла транспорт готового продукта у разгрузочному отверстию.

Заключение. Таким образом, предложен универсальный смеситель пригодный для смешивания различных компонентов в заданных зонах, обеспечивающий заданное качество готовой смеси при сокращении времени работы оборудования.

Библиография

1. Kolesnikov A., Pastukhov A., Vodolazskaya N., Minasyan A. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer (Исследование параметров рабочего процесса смешивания в дозаторе-смесителе) // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol / 18, : Изд-во / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2019 P. 487-492. ISSN 1691-5976, DOI: 10.2261 6 / ERDev2019.18.N033
2. Lobanov D.V., Efremov I.M., Lobanova A.N., Popov E.V. Description of the process of vibrational mixing of elastoviscoplastic multicomponent mixtures // Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Vol. 53, № 7-8, November. P. 495-500.
3. Mathematical modeling of the extracting process of vegetable oil on auger equipment / Ye. Z. Mateyev, D. B. Shalginbayev, S. Z. Mateyeva, M. V. Kopylov, A. N. Ostrikov, V. N. Vasilenko // EuroAsian Journal of BioSciences. 2019. Volume 13 Issue 2, pp. 1875-1880.
4. Current Status and Development of Production Technologies of Multicomponent Mixtures of Bulk Materials in Large Volumes / V. Ya. Borshchev, T.A. Sukhorukova // Advanced Materials & Technologies.2018.01.pp.069-077 DOI: 10.17277

5. Лебедев А.Т. Основные направления повышения эффективности технологических процессов // Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 6. С. 3-5.
6. Лебедев А. Т. Оценка технических средств при их выборе: монография / А. Т. Лебедев. Ставрополь: Изд-во АГРУС, 2011. 42 с.
7. Лебедев А. Т. Ресурсосберегающие направления повышения надежности и эффективности технологических процессов в АПК : монография. Ставрополь, 2012. 376 с.
8. Надежность и эффективность шпоночных соединений / А. Т. Лебедев, Р. В. Павлюк, Р. А. Магомедов, П. А. Лебедев, А. В. Захарин. Ставрополь, 2015. 140 с.
9. Способы интенсификации процесса смешивания в лопастном смесителе при приготовлении комбикормов / А. Т. Лебедев, А. В. Захарин, А. Н. Кобылко, П. А. Лебедев // Совершенствование технологий и технических средств в АПК : сб. материалов 69-й научно-практической конференции посвященной, 55-летию факультета механизации с. х. Ставропольского ГАУ. Ставрополь : изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. С. 163–166.
10. Пат. 154006 Российская Федерация, МПК B01F 7/04. Горизонтальный смеситель материалов / А. Т. Лебедев, В. В. Очинский, Р. М. Якубов и др. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. – № 2014145535/05 ; заявл. 12.11.2014; опубл. 10.08.2015 , Бюл. № 22.

References

1. Kolesnikov A., Pastukhov A., Vodolazskaya N., Minasyan A. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol / 18 ;: Publishing house / Latvia University of Life Sciences and Technologies / Jelgava, 2019 P. 487 492. ISSN 1691-5976, DOI: 10.2261 6 / ER-Dev2019.18.N033
2. Lobanov D.V., Efremov I.M., Lobanova A.N., Popov E.V. Description of the process of vibrational mixing of elastoviscoplastic multicomponent mixtures // Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Vol. 53, No. 7-8, November. P. 495-500.
3. Mathematical modeling of the extracting process of vegetable oil on auger equipment / Ye. Z. Mateyev, D. B. Shalginbayev, S. Z. Mateyeva, M. V. Kopylov, A. N. Ostrikov, V. N. Vasilenko // EuroAsian Journal of BioSciences. 2019. Volume 13 Issue 2, pp. 1875-1880
4. Current Status and Development of Production Technologies of Multicomponent Mixtures of Bulk Materials in Large Volumes / V. Ya. Borshchev, T.A. Sukhorukova // Advanced Materials & Technologies.2018.01.pp.069-077 DOI: 10.17277
5. Lebedev A. T. The main directions of increasing the efficiency of technological processes // Technics in agriculture. 2011. No. 6. P. 3-5.
6. Lebedev A. T. Assessment of technical means when choosing them: monograph / A. T. Lebedev. Stavropol: Publishing house AGRUS, 2011.42 p.
7. Lebedev A. T. Resource-saving directions of increasing the reliability and efficiency of technological processes in the agro-industrial complex: monograph. Stavropol, 2012.376 p.
8. Reliability and efficiency of key connections / A. T. Lebedev, R. V. Pavlyuk, R. A. Magomedov, P. A. Lebedev, A. V. Zakharin. Stavropol, 2015.140 p.
9. Methods for intensifying the mixing process in paddle mixers in the preparation of compound feeds / A. T. Lebedev, A. V. Zakharin, A. N. Kobylko, P. A. Lebedev // Improvement of technologies and technical means in the agro-industrial complex: collection of articles. materials of the 69th scientific and practical conference dedicated to the 55th anniversary of the Faculty of Mechanization p. x. Stavropol GAU. Stavropol: publishing house of StGAU "AGRUS", 2005. P. 163-166.
10. Pat. 154006 Russian Federation, IPC B01F 7/04. Horizontal mixer of materials / A.T. Lebedev, V. V. Ochinskiy, R. M. Yakubov and others; applicant and patent holder FGBOU VO Stavropol GAU. - No. 2014145535/05; declared 11/12/2014; publ. 08/10/2015, Bul. No. 22.

Сведения об авторах

Рыбалкин Николай Александрович, инженер, аспирант кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

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

Павлюк Роман Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. +7 918-757-94-56, e-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru

Information about authors

Rybalkin Nikolay Alexandrovich, engineer, graduate student 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

Lebedev Anatoly Timofeevich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical ser-

vice, 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

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, tel. +7 918-757-94-56, e-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru

УДК 62-758.1

А.В. Сахнов

РАЗРАБОТКА РАЗЪЁМНОГО ЗАЩИТНОГО ГОФРИРОВАННОГО ЧЕХЛА

Аннотация. Разъёмный гофрированный чехол относится к области машиностроения и может быть применен для защиты шарниров равных угловых скоростей, рулевых реек, штоков коробок передач и других сопряжений. Решение направлено на сокращение времени пребывания машины (агрегата) в ремонте, а также на сокращение стоимости ремонтных работ. Разъёмный гофрированный чехол состоит из гофрированного полотна, выполненного из резины или другого схожего по свойствам с резиной эластичного материала, с возможностью без разборного охватывания ремонтируемого сопряжения с одинаковыми или различными диаметрами валов с возможностью нанесения на одну сторону клеевого материала и последующей фиксации хомутами. Разъёмный гофрированный чехол монтируют на сопряжение с необходимым частичным или полным перекрытием. Размер перекрытия зависит от толщины разъёмного гофрированного чехла. При этом клеевой состав является армирующим элементом разъёмного гофрированного чехла. В случае, если гофрированный чехол выполнен без нанесения клеевого состава на поверхности, то перед монтажом наносят клеевой состав в местах сопряжения разъёмного гофрированного чехла. Способ ремонта состоит в том, что ремонтируемое сопряжение охватывают разъёмным гофрированным чехлом при этом обеспечивают плотное прилегание к цилиндрическим поверхностям сопрягаемых поверхностей. Для обеспечения плотного прилегания разъёмного гофрированного чехла к поверхностям при монтаже необходимо удерживать крайние точки на поверхностях разъёмного гофрированного чехла. При этом необходимо создавать преднатяжение монтируемому чехлу в процессе его оборачивания вокруг ремонтируемого сопряжения. Предложенный разъёмный гофрированный чехол позволяет ремонтировать сопряжения с одинаковыми или различными диаметрами сопрягаемых валов, при этом сокращается стоимость и время на герметизацию ремонтируемого сопряжения.

Ключевые слова: пыльник, шарнир равных угловых скоростей, разъёмный защитный гофрированный чехол, чехол штока КП.

DEVELOPMENT OF A SPLIT PROTECTIVE CORRUGATED COVER

Abstract: the Split corrugated cover belongs to the field of mechanical engineering and can be used in wheel drives to protect joints of equal angular speeds, steering rails, transmission rods and other interfaces. The solution is aimed at reducing the time the machine (unit) is under repair, as well as reducing the cost of repairs. The split corrugated cover consists of a corrugated cloth made of rubber or other elastic material similar in properties to rubber, with the possibility of non-collapsible covering of the repaired interface with the same or different shaft diameters, with the possibility of applying adhesive material to one side and then fixing it with clamps. The split corrugated cover is mounted on the interface with the necessary partial or complete overlap. The size of the overlap depends on the thickness of the split corrugated cover. In this case, the adhesive composition is a reinforcing element of the split corrugated cover. If the corrugated cover is made without applying the adhesive composition on the surface, then before installation, apply the adhesive composition at the interface of the split corrugated cover. The repair method consists in the fact that the mating to be repaired is covered with a split corrugated cover, while ensuring a tight fit to the cylindrical surfaces of the mating surfaces. To ensure a tight fit of the split corrugated cover to the surfaces during installation, it is necessary to hold the extreme points on the surfaces of the split corrugated cover. In this case, it is necessary to create a pre-tension to the mounted cover in the process of wrapping it around the repaired interface. The proposed split corrugated cover allows you to repair interfaces with the same or different diameters of the mating shafts, while reducing the cost and time for sealing the repaired interface.

Keywords: anther, joint of equal angular speeds, Split protective corrugated cover, rod cover

Разъёмный гофрированный чехол относится к области машиностроения и может быть применен для защиты шарниров равных угловых скоростей, рулевых реек, штоков коробок передач и других сопряжений. Решение направлено на сокращение времени пребывания машины (агрегата) в ремонте, а также на сокращение стоимости ремонтных работ.

Существующие гофрированные чехлы при своём использовании имеют следующие недостатки:

- сложность формы установочных участков защитного гофрированного чехла,
- затруднения в проведении монтажа защитного гофрированного чехла на сопряжение (шарнир) и демонтажа защитного гофрированного чехла из сопряжения, поскольку волнообразные выступы установочной части защитного гофрированного чехла, упруго деформируясь, образуют дополнительные контактные плоскости, препятствующие перемещению защитного гофрированного чехла,

- недостаточная герметичность установленного на шарнире защитного гофрированного чехла,
- недостаточная надёжность крепления защитного гофрированного чехла на деталях шарнира при его эксплуатации.

При затяжке защитного гофрированного чехла на соответствующих деталях шарнира хомутами все волнообразные выступы установочных участков защитного гофрированного чехла упруго деформируются, причём крайние, обращённые внутрь волнообразные выступы, деформируясь, контактируют с одной из соответствующих деталей шарнира с образованием двух замкнутых воздушных полостей между деталью шарнира и волнообразными выступами установочных участков. Два других наружных волнообразных выступа установочного участка, деформируясь, образуют замкнутую полость с внутренней поверхностью хомута. Таким образом, в рабочем состоянии установочные участки защитного гофрированного чехла во взаимодействии с соответствующими деталями шарнира и хомутами представляют собой замкнутые полости, которые предназначены для обеспечения герметичности сопряжения и надёжности крепления защитного гофрированного чехла на соответствующих поверхностях.

Известные технические решения предполагают разборку и снятие составных частей машин, при этом увеличивают стоимость ремонта, а также время пребывания машины в ремонте [1 - 5].

Задача предложенного изделия заключается в создании разъёмного защитного гофрированного чехла [6-9], позволяющего ремонтировать сопряжения с одинаковыми диаметрами валов (рис. 1) или с различными диаметрами валов (рис. 2), при этом сокращается стоимость и время на герметизацию ремонтируемого сопряжения. На рисунке 1 и 2 позициями 1 и 2 обозначены посадочные места под фиксирующие хомуты.

Технический результат достигается тем, что разъёмный гофрированный чехол состоит из гофрированного полотна, выполненного из резины или другого схожего по свойствам с резиной эластичного материала, с возможностью без разборного охватывания ремонтируемого сопряжения с одинаковыми или различными диаметрами валов с возможностью нанесения на одну сторону клеевого материала и последующей фиксации хомутами.

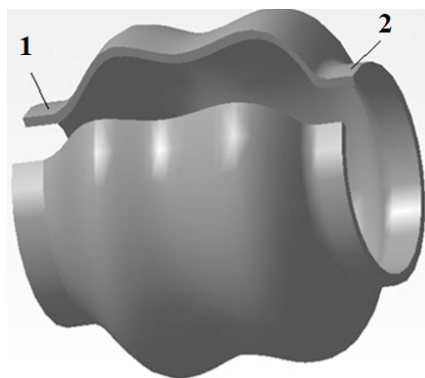


Рис. 1 Разъёмный защитный гофрированный чехол для герметизации сопряжений с одинаковыми диаметрами валов

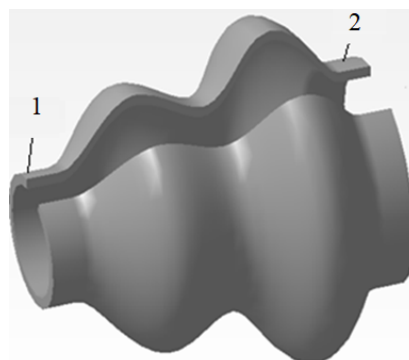


Рис. 2. Разъёмный защитный гофрированный чехол для герметизации сопряжений с различными диаметрами валов

Разъёмный гофрированный чехол монтируют на сопряжение с необходимым частичным или полным перекрытием (рисунок 3). Размер перекрытия зависит от толщины разъёмного гофрированного чехла. При этом клеевой состав 1 (рисунок 3) является армирующим элементом разъёмного гофрированного чехла. В случае, если гофрированный чехол выполнен без нанесения клеевого состава на поверхности, то перед монтажом наносят клеевой состав в местах сопряжения разъёмного гофрированного чехла.

Способ ремонта состоит в том, что ремонтируемое сопряжение охватывают разъёмным гофрированным чехлом согласно рисунок 3, а или рисунок 3, б, при этом обеспечивают

плотное прилегание к цилиндрическим поверхностям сопрягаемых поверхностей 1 и 2 и совмещают выступы и впадины разъемного гофрированного чехла.

Для обеспечения плотного прилегания разъемного гофрированного чехла к поверхностям 1 и 2 при монтаже необходимо удерживать крайние точки на поверхностях разъемного гофрированного чехла. При этом необходимо создавать преднатяжение монтируемому чехлу в процессе его оборачивания вокруг ремонтируемого сопряжения.

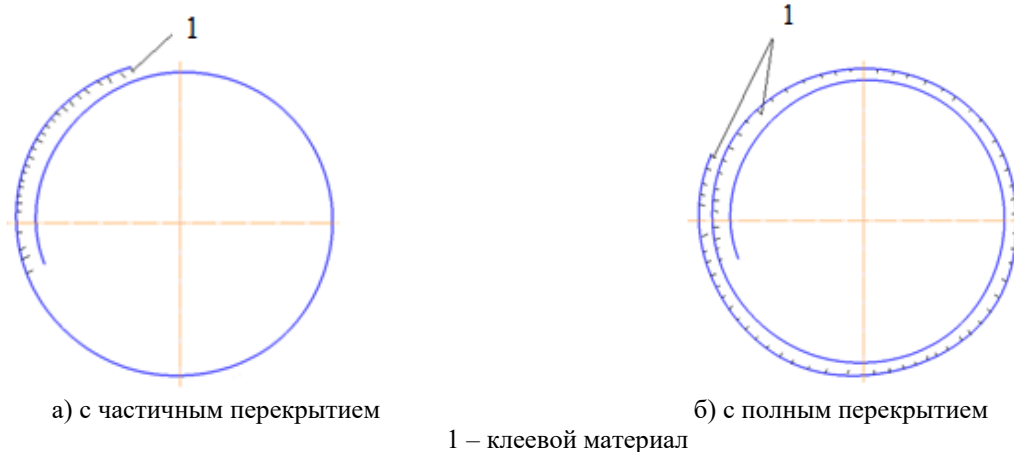


Рис. 3. Способы охватывания сопряжения защитным гофрированным чехлом

Предложенный разъемный гофрированный чехол используют при безразборном ремонте сопряжения, без снятия узла или агрегата с машины.

Монтаж разъемного защитного гофрированного чехла выполняют следующим образом.

Перед установкой разъемного гофрированного чехла демонтируют фиксирующие хомуты и удаляют (срезают) старый защитный чехол без разборки узла, агрегата и т.д.

При необходимости очищают от загрязнений и обезжиривают сопряжение. Разгибают предложенный разъемный защитный гофрированный чехол и охватывают им ремонтируемое сопряжение как представлено на рисунке 3.

Охватывание сопряжения осуществляют с перекрытием, защищая тем самым внутреннюю полость сопряжения от нежелательных загрязнений при последующей эксплуатации. Если на поверхности нанесен клеевой состав, то его полимеризуют согласно прилагаемой инструкции. Если на поверхности не был нанесен клеевой состав, то его следует предварительно нанести перед охватыванием сопряжения.

После полного высыхания клеевого состава в разъемный гофрированный чехол, при необходимости, укладывают необходимое количество смазочного материала, необходимого для нормальной работы ремонтируемого сопряжения и устанавливают разъемный защитный гофрированный чехол на посадочные места ремонтируемого механизма машины. После чего фиксируют разъемный защитный гофрированный чехол хомутами в точках 1 и 2 рисунок 1. Фиксация хомутами разъемного защитного гофрированного чехла аналогична фиксации существующих защитных гофрированных чехлов.

На рисунке 4 представлен механизм переключения передач с дефектным пыльником, который применяется на автомобилях Renault Logan.

Для ремонта сопряжения в механизме переключения передач применяют чехол штока КП с каталожным номером 82000-50478 (рис. 5). Для замены чехла необходим сложный дорогостоящий ремонт, связанный со снятием коробки передач с автомобиля, и обычно его меняют при замене сцепления, либо при замене заднего сальника коленвала. При этом в дефектную зону могут проникать загрязнения и сокращать ресурс коробки передач.

Для исключения разборки и снятия коробки с автомобиля предложен разъемный гофрированный чехол, представленный на рисунке 6.

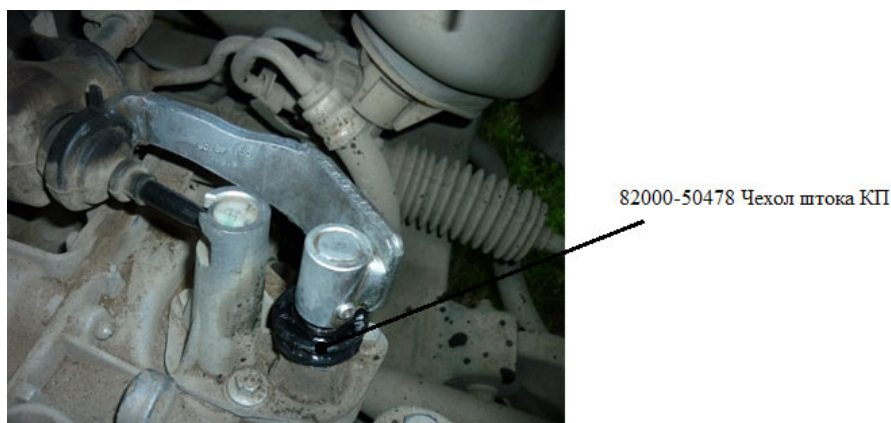


Рис. 4. Механизм переключения передач Renault Logan с дефектным чехлом



Рис. 5. Чехол штока КП (каталожный номер 8200050478)



Рис. 6. Предлагаемый разъёмный гофрированный чехол

Вывод. Предложенный разъёмный гофрированный чехол позволяет ремонтировать сопряжения с одинаковыми или различными диаметрами сопрягаемых валов, при этом сокращается стоимость и время на герметизацию ремонтируемого сопряжения.

Библиография

1. Косолапов А.В. Выбор модели усилителя рулевого управления автомобиля // Актуальные вопросы технических наук в современных условиях: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции / Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), Краснодар, 2015.
2. Денисов Ил.В., Денисов Ив.В. Исследование структурной надёжности рулевого управления автобуса ЛиАЗ-5256 // Материалы XV Международной научно-практической конф. «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств». - Владимир: ВлГУ, 2013. С. 40-44.

3. Баженов Ю.В., Денисов Ил.В., Денисов Ив.В. Оценка структурной надежности рулевого управления автомобиля с электрогидравлическим усилителем // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет/ Могилев: «Издательство ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2014. С. 236.
4. Прохоров В.А., Девочкин О.В. Электроусилитель рулевого управления автомобилем // Известия Московского государственного машиностроительного университета МАМИ. 2014, № 2, С. 58-61.
5. Pastukhov A., Kolesnikov A., Bakharev D., Berezhnaya I. Assessment of operability of compressor crankshaft (Оценка работоспособности коленчатого вала компрессора) // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol/ 17, : Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2018. Pp. 850 – 855. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.
6. Меновщиков В.А., Терентьев В.Ф., Щелканов С.И., Митяев А.Е. Механизм разрушения поверхности шипа карданного шарнира // Вест. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 29. Машиностроение. Красноярск, 2002. С. 173-176.
7. Меновщиков В.А., Ереско С.П. Исследование и совершенствование игольчатых подшипников карданных передач транспортно-технологических машин. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2006. 282 с.
8. Сахнов А.В., Добрицкий А.А. Разработка пыльника для герметизации узлов машин // Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием «Агроинженерия В XXI веке: Проблемы и перспективы» посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. 361 с.
9. Пат. 2610321 Защитный чехол Российская Федерация МПК F16D 3/84 (2006.01) Сахнов А.В., Стребков С.В., Сахнова Л.Ю. № 2016100512; заявл. 11.01.2016, опубл. 09.02.2017. Бюл. №4.
10. Пат. № 169402 Разъёмный защитный гофрированный чехол Российская Федерация МПК F16D 3/84 (2006.01) Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю., Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, №2016134709; заявл. 24.08.2017, опубл. 16.03.2017. Бюл. №8.

References

1. Kosolapov A.V. Vybor modeli usilitelya rulevogo upravleniya avtomobilya [Choosing a car power steering model] / Current issues of technical Sciences in modern conditions: collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference / Kubanskiy gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet (KubGTU), Krasnodar, 2015.
2. Denisov Il.V., Denisov Iv.V. Issledovanie strukturnoj nadyozhnosti rulevogo upravleniya avtobusa LiAZ-5256 [Investigation of the structural reliability of the LiAZ-5256 bus steering] // Materials of the XV International scientific and practical conference. «Actual problems of operation of motor vehicles». - Vladimir: VIGU, 2013. - Pp. 40-44.
3. Bazhenov Yu.V., Denisov Il.V., Denisov Iv.V. Ocenka strukturnoj nadezhnosti rulevogo upravleniya avtomobilya s elektrogidravlicheskim usilitelem [Assessment of structural reliability of steering of a car with an electrohydraulic amplifier] // New materials, equipment and technologies in industry: proceedings Of the international scientific and technical conference of young scientists / GU VPO «Belorussko-Rossiiskij universitet/ Mogilev: «Izdatel'stvo GU VPO «Belorussko-Rossiiskij universitet», 2014. P.236.
4. Prohorov V.A., Devochkin O.V. Elektrosilitel' rulevogo upravleniya avtomobilem [Electric power steering system] // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo mashinostroitel'nogo universiteta MAMI. 2014, № 2, Pp. 58-61.
5. Pastukhov A., Kolesnikov A., Bakharev D., Berezhnaya I. Assessment of operability of compressor crankshaft (Оценка работоспособности коленчатого вала компрессора) // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol/ 17, : Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2018. Pp. 850 – 855. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.
6. Menovshchikov V.A., Terent'ev V.F., Shchelkanov S.I., Mityaev A.E. Mekhanizm razrusheniya poverhnosti shipa kardannogo sharnira [The mechanism of destruction of the surface of a stud u-joint] // Vest. Krasnoyar. gos. tekhn. un-ta. Vyp. 29. Mashinostroenie. Krasnoyarsk, 2002. Pp. 173-176
7. Menovshchikov V.A., Eresko S.P. Issledovanie i sovershenstvovanie igol'chatyh podshipnikov kardannyh peredach transportno-tekhnologicheskikh mashin [Research and improvement of needle bearings of cardan gears of transport and technological machines]. Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2006. 282 p.
8. Sahnov A.V., Dobrickij A.A. Razrabotka pyl'nika dlya germetizacii uzlov mashin [The development of a boot for sealing units of machines] // Materials of the National (all-Russian) scientific and practical conference with international participation «Agroengineering in the XXI century: Problems and prospects» dedicated to the 30th anniversary of the faculty of engineering named after A. F. Ponomarev. p. Majskij: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2020. – 361 p.
9. Pat. 2610321 Zashchitnyj chekhol [Protective cover] Russian Federation MPK F16D 3/84 (2006.01) Sahnov A.V., Strebkov S.V., Sahnova L.YU. № 2016100512; zayavl. 11.01.2016, opubl. 09.02.2017. Byul. №4.
10. Pat. № 169402 Raz'yomnyj zashchitnyj gofirovannyj chekhol [Split protective corrugated cover] Russian Federation MPK F16D 3/84 (2006.01) Sahnov A.V., Besedin S.P., Sahnova L.YU., Zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Belgorodskij GAU, №2016134709; zayavl. 24.08.2017, opubl. 16.03.2017. Byul. №8.

Сведения об авторе

Сахнов Андрей Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+7(4722) 39-28-70, e-mail: sahnov_av@bsaa.edu.ru

Information about author

Sakhnov Andrey Vasilyevich, 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.+74722 39-28-70, e-mail: sahnov_av@bsaa.edu.ru

УДК 631.3.004.67

Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, Р.Ю. Соловьев, О.О. Багринцев

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УПРОЧНЕННЫХ ИЗНОСОСТОЙКИМИ МАТЕРИАЛАМИ НОЖЕЙ СКОРОСТНЫХ ПЛУГОВ

Аннотация. В статье рассмотрены особенности конструкции и основные преимущества скоростных плугов модели ПСКУ. Показано, что в условиях интенсивного ударно-абразивного изнашивания на почвах, обладающих высокой изнашивающей способностью, рабочие органы данных плугов быстро теряют свое работоспособное состояние. Одним из инновационных методов повышения ресурса рабочих органов является карбо-вибродуговое упрочнение, поэтому применительно к рабочим органам скоростных плугов была подготовлена паста, содержащая 60% матричного порошка ПР-НХ17СР4, 30% карбида вольфрама WC, остальное – криолит Na_3AlF_6 . Слой пасты наносили на упрочняемую режущо-заглубляющую часть рабочего органа толщиной 1,8...2,0 мм, высушивали и расплавляли с помощью угольного электрода установки ВДГУ-2, при этом сила тока составляла 60...65А, амплитуда вибрации электрода – 0,5 мм, частота вибрации электрода – 25 Гц. Для проведения эксплуатационных испытаний были выбраны вертикальные и левые ножи скоростного навесного плуга ПСКУ-5. Испытывались ножи, режущо-заглубляющая часть которых была упрочнена карбо-вибродуговой обработкой с тыльной стороны, в сравнении с ножами в состоянии поставки. По результатам проведенных испытаний средний ресурс вертикального ножа в состоянии поставки (серийного) в расчете на одну режущую кромку составляет 26 га, а упрочненного опытного – в 1,8 раза выше (47 га). Средний ресурс левого ножа в состоянии поставки в расчете на одну режущую кромку составляет 34 га, а упрочненного опытного – в 1,9 раза выше (65 га). Таким образом, проведенные испытания показали, что упрочнение рабочих органов скоростных плугов ПСКУ методом карбо-вибродуговой обработки позволяет существенно повысить их ресурс. Это, в свою очередь, позволит: уменьшить простои плугов, связанные с заменой их рабочих органов, повысить производительность выполняемых полевых работ, снизить затраты производителей сельскохозяйственной продукции на приобретение запасных частей.

Ключевые слова: рабочий орган, скоростной плуг, карбо-вибродуговое упрочнение, ресурс, изнашивание, эксплуатационные испытания.

RESULTS OF PERFORMANCE TESTS OF HARDENED WORKING ELEMENTS OF HIGH-SPEED PLOWS

Abstract. The article examines the design features and the main advantages of high-speed plows of models PSKu. It is demonstrated that in the conditions of the intensive impact and abrasive wear on the soils with high wearing capacity the working elements of these plows lose their operable state very quickly. One of the innovative methods of increasing the working elements life is carbo-vibro-arc hardening. The past with 60% of matrix powder PR-NX17SR4, 30% of tungsten carbide WC, the rest – cryolite Na_3AlF_6 was prepared for carbo-vibro-arc hardening of the working elements of high-speed plows. The paste was applied on the hardened cutting and penetrating part of the working element with thickness 1,8...2,0 mm, then it was dried and melted with carbon electrode of the installation VAN-2 here-with the current rate was 60...65A, electrode vibration amplitude – 0,5 mm, electrode vibration frequency – 25 Hz. To carry out the performance tests we chose vertical and left blades of high-speed plow PSKu-5. We tested the blades which the cutting and penetrating part was hardened at their rear side by carbo-vibro-arc hardening as compared with blades in the delivery condition. According to the test results the average life of the vertical blade in the delivery state (series) per one cutting edge is 26 ha, and the average life of the blade being hardened by carbo-vibro-arc hardening – by 1,8 higher (47 ha). The average life of the left blade in the delivery state per one cutting edge is 34 ha, and the average life of the blade being hardened by carbo-vibro-arc hardening – by 1,9 higher (65 ha). Thus, the conducted tests testified that hardening of the working elements of the high-speed plows PSKu by the carbo-vibro-arc hardening method permits to increase their life considerably. Therefore, it reduces plow delays, connected with their working elements renewal and increases their efficiency and also helps to reduce spare parts purchasing costs.

Keywords: working element, high-speed plow, carbo-vibro-arc hardening, life, wear, performance tests.

Введение. Скоростные плуги модели ПСКУ, производителем которых является ООО НПО «СУР» из Саратовской области, используются в различных природно-климатических зонах Российской Федерации. Одним из основных преимуществ данных плугов является их высокая производительность, которая достигается за счет измененной конструкции рабочих органов плуга [1]. Каждый из рабочих органов имеет 3 ножа: вертикальный, левый и правый. Вертикальный и левый ножи имеют двустороннюю заточку и после предельного износа одной режущей кромки могут быть перевернуты на 180° для дальнейшей эксплуатации. Пра-

вый нож установлен вместо полевой доски, которая используется в конструкции «классических» плугов типа ПЛН, ПЛП и др. Замена полевой доски ножом позволяет практически наполовину снизить тяговое усилие на перемещение плуга. Это, в свою очередь, делает возможным увеличить ширину захвата одного плужного корпуса до 60 см. Таким образом, при практически той же тяговой нагрузке на трактор он тянет плуг со значительно большей шириной захвата, вследствие чего уменьшается время обработки 1 га почвы и происходит существенная экономия топлива.

Плуги ПСКУ (плуг скоростной комбинированный универсальный) являются инновационной разработкой, основной задачей которой было максимально снизить тяговое сопротивление плуга при сохранении качества выполняемых полевых работ. Универсальность данных плугов заключается в том, что их можно использовать для отвальной и безотвальной вспашки, а также как глубокорыхлители. Плуги ПСКУ рекомендованы производителем к применению на всех типах почв.

Несмотря на все вышеуказанные преимущества, при эксплуатации таких плугов их ножи на каждом рабочем органе интенсивно изнашиваются, особенно на почвах, обладающих высокой изнашивающей способностью. В настоящее время разработан широкий арсенал методов упрочнения рабочих органов машин различного назначения [2-6], но многие из них имеют существенные недостатки как технологического, так и экономического характера. Одним из современных методов повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих и других машин, эксплуатируемых в условиях интенсивного ударно-абразивного изнашивания, является карбовибродуговое упрочнение (КВДУ) [2, 7-11]. Сущность КВДУ заключается в нанесении на режущую поверхность рабочего органа многокомпонентной пасты, которую после высушивания расплавляют вибрирующим угольным электродом, подключенным к специальной установке. В результате на режущей поверхности из компонентов пасты формируется упрочняющее металлокерамическое покрытие с одновременным диффузионным насыщением материала ножа углеродом. Вместе с тем, использование данного метода для повышения износостойкости ножей скоростных плугов пока еще остается недостаточно изученным.

Методы исследования. Для КВДУ рабочих органов скоростных плугов была подготовлена паста, содержащая 60% матричного порошка ПР-НХ17СР4, производимого ОАО «Полема» (г. Тула), 30% карбида вольфрама WC, остальное – криолит Na_3AlF_6 . Анализ научных публикаций [7, 8, 11-15] и собственные проведенные поисковые исследования позволили установить, что данный состав пасты является одним из наиболее эффективных при упрочнении рабочих органов почвообрабатывающих и других машин, использующихся в условиях абразивного изнашивания. Пасту готовили механическим смешением указанных компонентов, добавляя в качестве связующего водный раствор клея ПВА. После нанесения слоя пасты толщиной 1,8...2,0 мм ее высушивали до затвердевания и расплавляли с использованием вибрирующего угольного электрода установки ВДГУ-2 на следующих технологических режимах: сила тока $I=60...65$ А, частота и амплитуда вибрации угольного электрода – 25 Гц и 0,5 мм соответственно.

Эксплуатационную проверку эффективности использования металлокерамических материалов для упрочнения методом КВДУ с целью увеличения ресурса рабочих органов скоростных плугов проводили на примере вертикального и левого ножей навесного скоростного плуга ПСКУ-5 на средне- и тяжелосуглинистых почвах. Испытуемые экспериментальные детали по результатам проведенных предварительных исследований и анализа научных публикаций были упрочнены металлокерамическим покрытием с тыльной стороны (рис. 1). Плуг агрегатировали с трактором ХТЗ-17221.

При проведении полевых испытаний плуг двигался со скоростью 7...8 км/ч, глубина вспашки составляла 22...24 см. Упрочненные методом КВДУ экспериментальные ножи испытывались одновременно и в одинаковых условиях с аналогичными деталями серийного исполнения. Их износы определяли, как разность между исходными и после определенной наработки (в среднем около 4...5 га) геометрическими размерами. В качестве контролируе-

мого параметра при полевых испытаниях был принят износ режуще-заглубляющей части ножей.

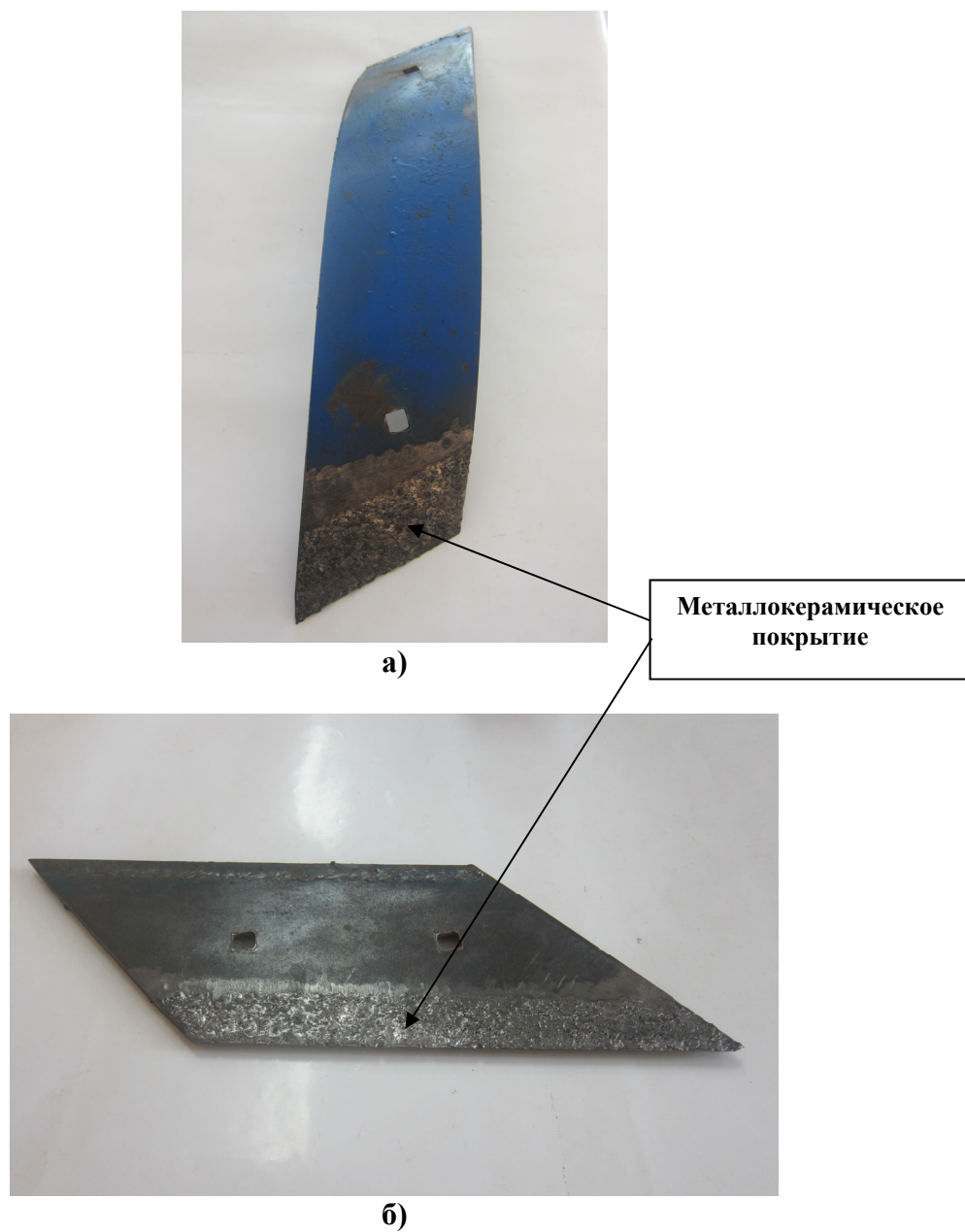
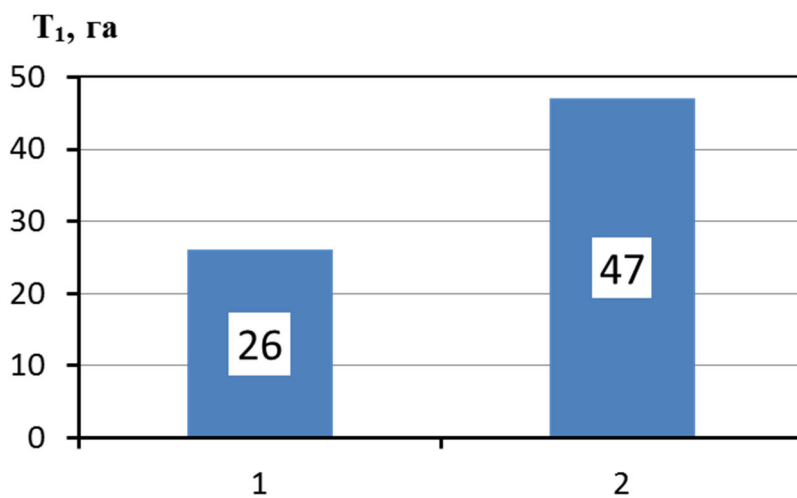


Рис. 1. Экспериментальные вертикальный (а) и левый (б) ножи плуга ПСКu-5, упрочненные методом ЛВДУ с тыльной стороны

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенные эксплуатационные испытания показали, что упрочнение методом ЛВДУ элементов рабочих органов скоростных плугов на примере модели ПСКu позволит существенно повысить их наработку на отказ. Так, средний ресурс вертикального ножа скоростного плуга ПСКu-5 в состоянии поставки (серийного) в расчете на одну режущую кромку составляет 26 га (рис. 2). У экспериментальных упрочненных вертикальных ножей наработка на отказ в среднем составляет 47 га, что в 1,8 раза выше, чем у аналогичных деталей серийного исполнения.



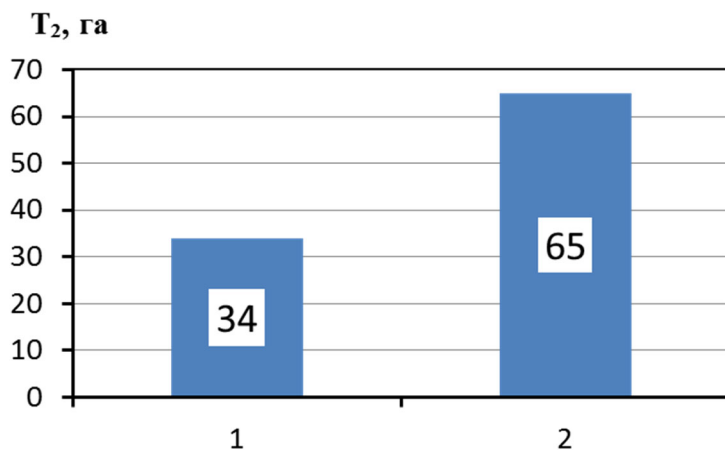
1 – нож в состоянии поставки (серийный);
 2 – нож, упрочненный с тыльной стороны (экспериментальный)
Рис. 2. Ресурс T₁ вертикальных ножей скоростного плуга ПСКУ-5

На рисунке 3 показаны изношенные серийный, достигший предельного состояния, и экспериментальный с упрочняющим металлокерамическим покрытием, нанесенным с тыльной стороны, после наработки 26 га вертикальные ножи скоростного плуга ПСКУ-5. По фотографии визуально видно различие в геометрических размерах серийного, достигшего предельного состояния, и экспериментального упрочненного вертикального ножа после их одинаковой наработки. Износ неупрочненного ножа превышает износ упрочненного на 14 мм.



а) - экспериментальный, упрочненный с тыльной стороны;
 б) - серийный в состоянии поставки, достигший предельного состояния
Рис. 3. Вертикальные ножи скоростного плуга ПСКУ-5 после наработки 26 га

Проведенные в условиях рядовой эксплуатации испытания также позволили установить, что средний ресурс левого ножа скоростного плуга ПСКУ-5 в состоянии поставки в расчете на одну режущую кромку составляет 34 га (рис. 4). Упрочненные левые ножи набирают до наступления предельного состояния в среднем 65 га, что в 1,9 раза выше, чем у серийных изделий в состоянии поставки.



1 – нож в состоянии поставки (серийный);
 2 – нож, упрочненный с тыльной стороны (экспериментальный)
Рис. 4. Ресурс T₂ левых ножей скоростного плуга ПСКУ-5

Особенностью изнашивания упрочненных методом КВДУ рабочих органов скоростных плугов является то, что у них имеет место только линейный износ их режуще-заглубляющей части, тогда как по толщине они практически не изнашиваются. Упрочненные вертикальные и левые ножи скоростных плугов при достижении ими предельного состояния могут быть восстановлены с помощью компенсирующих износ элементов (новых режуще-заглубляющих частей), которые изготавливаются и привариваются встык вместо отрезанных изношенных частей, а затем каждая деталь упрочняется методом КВДУ. В результате возможно, как минимум, 2-х кратное возобновление ресурса ножей, что позволит производителям сельскохозяйственной продукции сэкономить значительные денежные средства на приобретении новых, дорогостоящих рабочих органов.

Выводы. Проведенная на суглинистых почвах производственная проверка вертикальных и левых ножей скоростных плугов модели ПСКУ-5 показала, что упрочнение исследуемых рабочих органов с тыльной стороны металлокерамическими покрытиями, содержащими 60% матричного порошка ПР-НХ17СР4, 30% карбида вольфрама WC, остальное – криолит Na₃AlF₆, позволит повысить их ресурс в 1,8...1,9 раза. Упрочнение новых или восстановление изношенных рассматриваемых в работе деталей плугов модели ПСКУ позволит снизить потребность сельских товаропроизводителей в приобретении запасных частей и уменьшить простои плугов при замене комплекта рабочих органов.

Библиография

1. Патент на полезную модель № 178372 Российская Федерация, МПК А01В15/00. Корпус плуга / Святкин С.Н., Титов В.Н. Заявка: 2017130577, 29.08.2017. Бюл. № 10.
2. Лялякин В.П., Соловьев С.А., Аулов В.Ф. Упрочнение и восстановление деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методами (обзор) // Сварочное производство. 2014. № 7. С. 32-36.
3. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Технологические аспекты модифицирования поверхностного слоя деталей сельскохозяйственных машин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 82-93.
4. Михальченко А.М., Козарез И.В., Михальченкова М.А. и др. Влияние техники двухслойной наплавки на износостойкость и ресурс восстановленных деталей (на примере плужных лемехов) // Сварочное производство. 2018. № 7. С. 31-36.
5. Патент № 2607680 Российская Федерация, МПК В23Р6/00, А01В15/04, В23Н9/00. Способ упрочнения лемеха плуга / Гришко Д.А., Иванов В.И., Герман О.Ю., Соловьев С.А., Величко С.А., Канунникова Т.В. Заявка: 2015128509, 15.07.2015. Бюл. № 1.
6. Шарифуллин С.Н., Соловьев Р.Ю., Аракчеева К.С. и др. Упрочнение поверхностей режущих элементов сельскохозяйственных агрегатов вибродуговой плазмой // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 145-151.
7. Kolomeychenko, A.V. The microstructure of composite cermet coatings produced by carbo-vibroarc surfacing / A.V. Kolomeychenko, N.V. Titov, V.V. Vinogradov, A.M. Stolin, P.M. Bazin // Welding International. 2017. Vol. 31. No. 9. pp. 739-742.

8. Виноградов В.В. Повышение износостойкости стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий карбовибродуговым упрочнением их режущих поверхностей: автореф. дисс. канд. техн. наук / В.В. Виноградов // Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I. - Воронеж, 2017. - 16 с.

9. Шарафиев А.А., Адигамова М.Н., Адигамов Н.Р. Влияние металлокерамических составов на поверхность упрочняемых рабочих органов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практич. конф. Института механизации и технического сервиса. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. С. 239-242.

10. Муртазин Г.Р., Зиганшин Б.Г., Яхин С.М. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин // Техника и оборудование для села. 2015. № 10. С. 32-34.

11. Коломейченко А.В., Кравченко И.Н., Ерофеев М.Н. и др. Повышение износостойкости металлокерамических покрытий, нанесенных методом карбовибродугового упрочнения // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2019. № 4. С. 69-74.

12. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н. и др. Исследование технического состояния стрелчатых лап посевного комплекса John Deere, упрочненных карбовибродуговым методом // Техника и оборудование для села. 2015. № 5. С. 30-32.

13. Kolomeichenko A.V., Titov N.V. Investigation of hardness of tillage tools being hardened by carbo-vibro-arc method with paste application // Vestnik OrelGAU. 2014. № 6 (51). P. 96-101.

14. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Виноградов В.В. и др. Исследование влияния режимов и параметров карбовибродугового упрочнения на толщину металлокерамического покрытия // Техника и оборудование для села. 2016. № 9. С. 34-37.

15. Коломейченко А.В., Титов Н.В., Багринцев О.О. Влияние состава многокомпонентных паст на физико-механические свойства металлокерамических покрытий, полученных при карбовибродуговом упрочнении // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (50). С. 121-124.

References

1. Svyatkin S.N., Titov V.N. Patent na poleznuyu model [Useful model patent], № 178372 Russian Federation, IPC A01B15/00. Plow body/ Appl: 2017130577, 29.08.2017. Bul. № 10.

2. Ljaljakin V.P., Solov'ev S.A., Aulov V.F. Uprochnenie i vosstanovlenie detalej pochvoobrabatyvayushhikh mashin svarочно-naplavochnymi metodami (obzor) [Hardening and reconditioning of tillage machines elements by welding and surfacing methods (overview)], Welding International, 2014, № 7, P. 32-36.

3. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Tekhnologicheskie aspekty modifitsirovaniya poverhnostnogo sloya detalej sel'skohozyajstvennykh mashin [Technological aspects of the surface layer modification of agricultural machinery items]. Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives. 2019. № 3 (23). P. 82-93.

4. Mihal'chenkov A.M., Kozarez I.V., Mihal'chenkova M.A. et. al. Vliyanie tekhniki dvuh-sloynnoy naplavki na iznosostojkost' i resurs vosstanovlennykh detalej (na primere pluzhnykh lemekhov) [Impact of double-layer build-up technique on wear resistance and life of restored parts (on the example of plough ploughshares)]. Welding International, 2018. № 7. P. 31-36.

5. Grishko D.A., Ivanov V.I., German O.YU., Solov'ev S.A., Velichko S.A., Kanunnikova T.V. Patent Sposob uprochneniya lemekha pluga [Method of plow share hardening], № 2607680 Russian Federation, IPC B23P6/00, A01B15/04, B23H9/00. / Appl: 2015128509, 15.07.2015. Bul. № 1.

6. Sharifullin S.N., Solov'ev, R.Yu., Arakcheeva, K.S. et. al. Uprochnenie poverhnostey rezhushchikh elementov sel'skohozyajstvennykh agregatov vibrodugovoy plazmoj [Hardening of the surfaces of agricultural aggregates cuttings elements by carbo-vibroarc plasma], Trudy GOSNITI. 2016. vol. 122. P. 145-151.

7. Kolomejchenko A.V., Titov N.V., Vinogradov V.V., Stolin A.M., Bazin P.M. Mikrostruktura kompozitsionnykh metallokeramicheskikh pokrytij, poluchennykh metodom Karbo-vibrodugovoy naplavki [The microstructure of composite cermet coatings produced by carbo-vibroarc surfacing], Welding International, 2017, vol. 31. № 9, P. 739-742 (in Eng.).

8. Vinogradov V.V. Povyshenie iznosostojkosti strelchatykh lap pochvoobrabatyvayushhikh orudij karbo-vibrodugovym uprochneniem ikh rezhushchikh poverxnostej, [Wear resistance increase of A-blades of tillage equipment by carbo-vibro-arc hardening of their cutting surfaces], Abstract of Diss. ... cand. tech. sciences, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, 2017, 16 p.

9. Sharafiev A.A., Adigamova M.N., Adigamov N.R. Vliyanie metallokeramicheskikh sostavov na poverkhnost' uprochnyaemykh rabochikh organov [Influence of metal-ceramic compositions on the surface of hardened working elements], Proceeding of the international scientific and practical conference «Current state, problems and prospects of development of mechanization and technical service of the agro-industrial complex». Institute of mechanization and technical service, Kazan: Izdatelstvo Kazanskogo GAU, 2018. P. 239-242.

10. Murtazin G.R., Ziganshin B.G., Yakhin S.M. Povyshenie resursa rabochikh organov pochvoobrabatyvayushhikh mashin [Increase of working life of tillage tools], Machinery and equipment for rural area, 2015, № 10. P. 32-34.

11. Kolomejchenko A.V., Kravchenko I.N., Erofeev M.N. et.al. Povyshenie iznosostojkosti metallokeramicheskikh pokrytij, nanesennykh metodom karbo-vibrodugovogo uprochneniya [Increase of wear resistance of metal-ceramic coatings applied by the carbon-arc hardening method], Engineering and automation problems. 2019. № 4. P. 69-74.

12. Titov N.V., Kolomejchenko A.V., Logachev V.N. et.al. Issledovanie tekhnicheskogo sostoyaniya strel'chaty'kh lap posevnogo kompleksa John Deere, uprochnenny'kh karbovibrodugovy'm metodom [Investigation of the technical state of A-blades of sowing machine John Deere, hardened by carbo-vibro-arc method], Machinery and equipment for rural area. 2015. № 5. P. 30-32.

13. Kolomejchenko A.V., Titov N.V. Issledovanie tverdosti pochvoobrabaty'vayushhikh orudij, uprochnyaemy'kh karbovibrodugovy'm metodom s naneseniem pasty [Investigation of hardness of tillage tools being hardened by carbo-vibro-arc method with paste application]. Vestnik OrelGAU. 2014. № 6 (51). P. 96-101 (in Eng.).

14. Titov N.V., Kolomejchenko A.V., Vinogradov V.V. et.al. Issledovanie vliyaniya rezhimov i parametrov karbovibrodugovogo uprochneniya na tolshhinu metallokeramicheskogo pokry'tiya [Investigation of the influence of modes and parameters of carbon-arc hardening on the thickness of the metal-ceramic coating], Machinery and equipment for rural area. 2016. № 9. P. 34-37.

15. Kolomejchenko A.V., Titov N.V., Bagrincev O.O. Vliyanie sostava mnogokomponentny'kh past na fiziko-mekhanicheskie svoystva metallokeramicheskikh pokry'tij, poluchenny'kh pri karbovibrodugovom uprochnenii [Influence of multicomponent pastes composition on the physical and mechanical properties of cermet coatings obtained by carbovibro-arc hardening], Vestnik Bashkir state agrarian university, 2019. № 2 (50). P. 121-124.

Сведения об авторах

Титов Николай Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО «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: ogau@mail.ru.

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.

Соловьев Рудольф Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, директор 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, rudolf.solovyev@nami.ru.

Багринцев Олег Олегович, аспирант кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО «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: schmelji20@gmail.com.

Information about authors

Titov Nikolay Vladimirovich, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Head 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, e-mail: ogau@mail.ru.

Kolomeichenko Aleksandr Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: a.kolomiychenko@nami.ru.

Soloviev Rudolf Yuryevich, Candidate of Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: rudolf.solovyev@nami.ru.

Bagrintsev Oleg Olegovich, 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, e-mail: schmelji20@gmail.com.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 633.854.54:632.954

А.С. Бушнев, С.П. Подлесный, Г.И. Орехов, Ю.В. Мамырко, Т.Н. Лучкина

ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ГЕРБИЦИДАМИ МАГНУМ И МИУРА

Аннотация. Защита от сорной растительности является важным элементом технологии возделывания льна масличного. Целью работы являлось изучение влияния способов применения гербицидов Магнум и Миура на засорённость, продуктивность и качество урожая сортов льна масличного селекции ФГБНУ Федерального научного центра ВНИИ масличных культур. Исследования проводили в 2018-2019 гг. в зоне неустойчивого увлажнения на чернозёме выщелоченном (Центральная экспериментальная база, г. Краснодар) – сорт ФЛИЗ и в зоне недостаточного увлажнения на чернозёме обыкновенном (Донской филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, п. Опорный, Азовский район, Ростовская область) – сорт Радуга. В результате исследований установлено, что в зоне неустойчивого увлажнения высокая биологическая эффективность гербицидов выявлена при применении Миуры, КЭ (1,2 л/га), Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) и их баковой смеси, в зоне недостаточного увлажнения – Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) и отдельного внесения Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) и Миуры, КЭ (1,2 л/га). В среднем за два года исследований в зоне неустойчивого увлажнения варианты с применением Миуры, КЭ (1,2 л/га) и Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) отличались наибольшей урожайностью – 1,47 и 1,43 т/га соответственно, а в зоне недостаточного увлажнения – при внесении Миуры, КЭ (1,2 л/га), Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) и их отдельном внесении – 1,25, 1,22 и 1,26 т/га соответственно. Для эффективного подавления сорной растительности и получения высокого уровня продуктивности льна масличного в зоне неустойчивого увлажнения на чернозёме выщелоченном и в зоне недостаточного увлажнения на чернозёме обыкновенном в фазе «елочки» у растений льна следует применять отдельно гербициды Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) при высоте культуры 3–10 см против двудольных сорняков и Миура, КЭ (1,2 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних сорняков. Применение баковой смеси этих гербицидов не рекомендуется вследствие её негативного влияния на показатели продуктивности и качества льна масличного.

Ключевые слова: лён масличный, гербицид, баковая смесь, отдельное внесение, сорные растения, биологическая эффективность, продуктивность.

CHEMICAL PROTECTION OF OIL FLAX FROM WEEDS WITH MAGNUM AND MIUR HERBICIDES

Abstract. Protection from weeds is an important element of the technology of oil flax cultivation. The aim of the work was to study the influence of the methods of application of the Magnum and Miura herbicides on the weed infestation, productivity and the harvest quality of oil flax cultivars of the breeding of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK). The research was conducted in 2018-2019 in the zone of unstable moistening on leached chernozem (Central experimental base, Krasnodar) with cultivar FLIZ; and in the zone of insufficient moistening on common chernozem (Don branch of VNIIMK, vil. Oporny, Azov area, the Rostov region) with cultivar Raduga. As a result of the research, we determined that in the zone of unstable moistening, the high biological efficiency of herbicides was identified while using Miura, EC (1.2 l / ha), Magnum, WDG (0.01 kg / ha) and their tank mixture, in the zone of insufficient moistening while using Magnum, WDG (0.01 kg / ha) and separate application of Magnum, WDG (0.01 kg / ha) and Miura, EC (1.2 l / ha). On average, for over two years of research in the zone of unstable moistening, the variants with the application of Miura, EC (1.2 l / ha) and Magnum, WDG (0.01 kg / ha) had the highest yield - 1.47 and 1.43 t / ha, respectively, and in the zone of insufficient moistening it was the variants with the application of Miura, EC (1.2 l / ha), Magnum, WDG (0.01 kg / ha) and their separate application - 1.25, 1.22 and 1.26 tons / ha, respectively. For efficient suppression of weeds and obtaining a high level of productivity of oil flax in the zone of unstable moistening on leached chernozem and in the zone of insufficient moistening on common chernozem in the phase of leaf development of oil flax plants, the herbicides should be applied separately: Magnum, WDG (0.01 kg / ha) should be applied at crop height of 3–10 cm against dicotyledonous weeds and Miura, EC (1.2 l / ha) should be applied in the phase of 2–4 leaves of annual weeds. The use of a tank mixture of these herbicides is not recommended due to its negative effect on the productivity and quality of oil flax.

Keywords: oil flax, herbicide, tank mixture, separate application, weeds, biological efficiency, productivity.

Введение. Лён масличный является высокотехнологичной культурой, обладающей широким адаптивным потенциалом, что позволяет обеспечить его прибыльное выращивание практически на всей территории Российской Федерации. Увеличению производства льна в немалой степени способствует его возросший экспортный спрос и привлекательная ценовая конъюнктура. Поэтому количество посевных площадей подо льном, как одной из нишевых масличных культур, растёт год от года. По данным ИКАР (Институт конъюнктуры аграрного

рынка), в 2019 г. посевы льна занимали 815 тыс. га, что на 10 % превышает уровень 2018 г, причём более половины из них – в Поволжье, Урале и Сибири [1]. В 2020 г. за счет увеличения площади сева до 840 тыс. га валовой сбор семян льна в России может достигнуть рекордной отметки в 660–670 тыс. т. [2].

Одним из важнейших элементов технологии возделывания льна масличного является борьба с сорной растительностью, которая, конкурируя с культурными растениями за факторы среды обитания, поглощает значительное количество воды, питательных веществ, способствует развитию вредителей и болезней, усложняет проведение мероприятий по уходу за посевами и уборке урожая [3].

Наибольшую опасность для льна масличного представляют сорняки в первые несколько недель его развития, так как в это время рост культуры значительно медленнее быстрорастущих сорных растений. Поэтому при выращивании льна реализация потенциала его продуктивности невозможна без применения гербицидов. Например, в условиях Нечерноземной зоны вклад гербицидов в формирование урожая льна превышает 23 % [4].

Для эффективной борьбы с сорняками необходимо знать видовой состав сорных растений и провести тщательный подбор гербицидов, охватывающих своим спектром действия все сорняки, что позволит довести их численность в посевах льна масличного до хозяйственно неощутимых размеров (ниже экономического порога вредоносности).

Современные технологии возделывания многих сельскохозяйственных культур часто предусматривают применение средств защиты растений в баковых смесях, что дает много преимуществ по сравнению с их индивидуальным внесением. Во-первых, так можно расширить спектр действия препаратов и увеличить их период «работы». Во-вторых, совместить мероприятия по защите и уходу за посевами, тем самым повысить эффективность и производительность труда, сократить расход ГСМ, воды, время работы и в целом затраты. В-третьих, уменьшить пестицидную нагрузку на обрабатываемую площадь, да и просто сократить число проходов техники по полю, тем самым уменьшив уплотнение почвы. Вместе с тем, в некоторых случаях использование баковых смесей позволяет одновременно уничтожить сорняки, вредителей и болезни. Наконец, при использовании баковых смесей уменьшается риск возникновения резистентности вредных объектов [5, 6].

Целый ряд исследователей широко осветили вопросы защиты льна масличного от сорной растительности [3–15], но по-прежнему остается актуальным изучение способов применения гербицидов. Фитотоксичность, вызываемая применением баковых смесей, зачастую приводит к снижению урожайности культуры и ухудшению качества продукции. Одним из решений в пользу сохранения продуктивности без потери эффективности гербицидов может быть применение раздельного внесения препаратов.

Цель исследований – выявление наиболее эффективных способов внесения гербицидов Магнум и Миура, применяемых по вегетирующим растениям льна масличного в условиях зон неустойчивого и недостаточного увлажнения юга России.

Основная часть. Исследования по изучению влияния способов применения гербицидов на засорённость посевов, продуктивность льна масличного и качество его урожая проводили в 2018–2019 гг. в зоне неустойчивого увлажнения на чернозёме выщелоченном (Центральная экспериментальная база ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар) на сорте ФЛИЗ, а также в зоне недостаточного увлажнения на чернозёме обыкновенном (Донской филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, п. Опорный, Азовский район, Ростовская область) на сорте Радуга.

Объекты исследований гербициды: Магнум – гербицид для борьбы с однолетними двудольными и некоторыми многолетними двудольными сорняками (действующее вещество метсульфурон-метил) и Миура – высокоэффективный селективный, препарат для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками (действующее вещество – хизалофоп-п-этил).

Схема опыта включала два контроля: 1. Контроль 1, без обработки; 2. Контроль 2, без обработки с ручной прополкой; варианты с внесением послевсходовых гербицидов: 3. Миура, КЭ (1,2 л/га); 4. Магнум, ВДГ (0,01 кг/га); 5. Баковая смесь Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) +

Миура, КЭ (1,2 л/га); 6. Раздельное внесение Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га). Смешивание гербицидов в баковой смеси осуществлялось непосредственно перед их применением. Внесение гербицидов проводилось в фазе «елочки» у растений льна. Доза и срок применения – согласно «Государственному каталогу ...» [16].

Учёт засорённости и оценка биологической эффективности гербицидов выполняли согласно методическим указаниям ВИЗР [17]. Уборку урожая осуществляли путём прямого комбайнирования малогабаритным комбайном «Wintersteiger». Урожай семян льна приводили к 100%-ной чистоте и 12%-ной влажности [18]. Масличность семян определяли на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М по ГОСТ Р 8.620-2006 [19]. Полученные опытным путём данные оценивали методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [20].

Формирование начальных запасов влаги в почве в местах проведения исследований несколько отличалось, но в целом их количество в допосевной период было достаточным. Так, в зоне неустойчивого увлажнения сумма осадков за период с октября 2017 г. по март 2018 г. была на 129,7 мм, или на 39,9 % выше уровня средней многолетней нормы (325 мм), составив 454,7 мм, а в зоне недостаточного увлажнения запасы влаги в этот период оказались выше среднемноголетних на 47,3 мм и составили 366,0 мм. В допосевной период 2019 г. количество осадков в обеих зонах возделывания выпало на уровне среднемноголетних значений.

Во время вегетации льна в зоне неустойчивого увлажнения отмечалось неравномерное распределение осадков: превышение среднемноголетнего уровня до фазы бутонизации и созревания растений (в мае и июле), и недостаточное их количество при активном росте и в фазу цветения (в апреле и июне). В зоне недостаточного увлажнения в 2018 г. наблюдался острый недостаток осадков в апреле – июне. В июле они более чем в два раза превысили среднемноголетние значения, но растениями льна не использовались, так как выпали перед его уборкой. В 2019 г. ощутимый недостаток влаги наблюдался в апреле и июне, а в мае и июле количество осадков было на уровне среднемноголетних значений (табл. 1).

**Таблица 1 – Распределение осадков в период проведения исследований, мм
Метеостанция ВНИИМК, г. Краснодар и п. Опорный, 2018–2019 гг.**

Год	Сумма за октябрь – март	Месяц				Сумма за апрель – июль
		апрель	май	июнь	июль	
г. Краснодар						
среднемноголетнее	325,0	48,0	57,0	67,0	60,0	232,0
2018	454,7	17,6	86,0	11,0	119,2	233,8
2019	323,6	42,6	67,6	17,4	134,6	262,2
п. Опорный, Ростовская область						
среднемноголетнее	318,7	35,7	48,1	59,9	48,4	192,1
2018	366,0	5,4	25,7	3,5	113,7	148,3
2019	325,7	24,3	51,2	3,4	52,2	131,1

Среднесуточная температура воздуха в зоне неустойчивого увлажнения в июне 2018–2019 гг. и июле 2018 г. была значительно (на 3,1–4,7 °С) выше нормы, что негативно отразилось на показателях продуктивности культуры (табл. 2).

В зоне недостаточного увлажнения погодные условия оказали отрицательное влияние на рост и развитие растений льна масличного. Так, в 2018 г. в апреле, мае и июне на фоне отсутствия осадков и высоких температур воздуха (на 2,1–3,4 °С выше среднемноголетней) наблюдался аномальный дефицит влаги, а в 2019 г. высокая температура воздуха превышала в мае и июне среднемноголетние значения на 2,4–4,2 °С, что также негативно повлияло на формирование продуктивности культуры.

В годы проведения исследований фон засорённости посевов льна масличного был незначительным и количество сорных растений на опытных делянках до обработки посевов гербицидами варьировало от 4,5 до 18,4 шт./м². Из однолетних злаковых сорняков в посевах присутствовал щетинник сизый (*Setaria glauca* L.), из однолетних двудольных – щирица за-

прокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* L.), из многолетних двудольных – вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* R. Br.).

**Таблица 2 – Среднесуточная температура воздуха в период проведения исследований, °С
Метеостанция ВНИИМК, г. Краснодар и п. Опорный, 2018–2019 гг.**

Год	Месяц				Средняя за апрель-июль
	апрель	май	июнь	июль	
г. Краснодар					
среднеголетняя	10,9	16,8	20,4	23,2	17,8
2018	13,5	19,0	23,5	26,3	20,6
2019	11,9	19,2	25,1	22,9	19,8
п. Опорный, Ростовская область					
среднеголетняя	11,5	17,7	21,9	24,8	19,0
2018	13,5	20,1	25,3	26,9	21,5
2019	12,0	20,3	26,1	24,2	20,7

Изучение биологической эффективности способов применения гербицидов Миура и Магнум позволило установить, что в зоне неустойчивого увлажнения при первом учете засоренности зафиксировано снижение количества сорняков на 57,7–88,5 %, а при втором – на 20,0–60,0 %. Самый высокий уровень эффективности при первом учете отмечался в вариантах с баковой смесью и отдельным внесением гербицидов Магнум и Миура, составив 88,8 и 80,8 % соответственно, а на момент второго учета наибольшее снижение сорных растений наблюдалось при применении препаратов Миура, Магнум и их баковой смеси, составив 50,0–60,0 % (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние способов применения гербицидов на количество сорных растений в посевах льна масличного ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2018–2019 гг.

Вариант	Зона неустойчивого увлажнения (г. Краснодар)			Зона недостаточного увлажнения (п. Опорный, Ростовская область)		
	сорт					
	ФЛИЗ			Радуга		
	количество сорных растений, шт./м ² на момент		снижение количества сорных растений, %*	количество сорных растений, шт./м ² на момент		снижение количества сорных растений, %*
	первого учета	второго учета		первого учета	второго учета	
Контроль, без обработки	13,0	10,0	-	7,5	7,1	-
Миура, КЭ (1,2 л/га)	5,5	4,5	$\frac{57,7}{55,0}$	4,5	1,0	$\frac{40,0}{85,9}$
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га)	6,0	4,0	$\frac{53,8}{60,0}$	1,0	0,0	$\frac{86,7}{100}$
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) – баковая смесь	1,5	5,0	$\frac{88,5}{50,0}$	2,0	0,5	$\frac{73,3}{93,0}$
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) – раздельное внесение	2,5	8,0	$\frac{80,8}{20,0}$	0,5	0,0	$\frac{93,3}{100}$

* – в числителе – снижение количества сорных растений к моменту первого учета (через 20-30 дней после обработки), в знаменателе – к моменту второго учета (через 45-60 дней после обработки)

В зоне недостаточного увлажнения при первом учете биологическая эффективность в вариантах варьировала от 73,3 до 93,3 %, за исключением варианта с применением Миуры,

где ее значение составило 40 %, при втором учете снижение количества сорной растительности колебалось в пределах от 85,9 % (Миура) до 100 % (Магнум, раздельное внесение Магнума и Миуры).

Способы применения гербицидов оказали влияние на продуктивность льна масличного, в том числе и на качество получаемой продукции. В условиях зоны неустойчивого увлажнения в 2018 г. наибольшая урожайность льна масличного отмечалась в вариантах с применением Миуры (1,56 т/га) и с раздельным внесением Магнума и Миуры (1,44 т/га), что было существенно выше по сравнению с контролем 1 (без обработки) – 1,24 т/га и на одном уровне с контролем 2 (без обработки с ручной прополкой) – 1,45 т/га. В 2019 г. самая высокая урожайность получена при применении Магнума (1,47 т/га) и Миуры (1,37 т/га), при урожайности в контрольных вариантах 1 и 2 – 1,28 и 1,42 т/га соответственно. В среднем за два года варианты Миура и Магнум отличались наибольшей урожайностью – 1,47 и 1,43 т/га соответственно и были на уровне контроля 2 (1,44 т/га) (табл. 4).

Таблица 4 – Продуктивность льна масличного сорта ФЛИЗ при различных способах применении гербицидов Магнум и Миура в зоне неустойчивого увлажнения Центральной экспериментальной база ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Вариант	Урожайность, т/га			Масличность семян, %			Сбор масла, т/га		
	2018 г.	2019 г.	в среднем за два года	2018 г.	2019 г.	в среднем за два года	2018 г.	2019 г.	в среднем за два года
Контроль 1, без обработки	1,24	1,28	1,26	46,3	45,0	45,7	0,50	0,51	0,51
Контроль 2, без обработки, ручная прополка	1,45	1,42	1,44	46,0	45,4	45,7	0,59	0,57	0,58
Миура, КЭ (1,2 л/га)	1,56	1,37	1,47	45,4	45,0	45,2	0,62	0,54	0,58
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га)	1,38	1,47	1,43	46,0	44,7	45,4	0,56	0,58	0,57
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) – баковая смесь	1,26	1,09	1,18	45,7	43,7	44,7	0,51	0,42	0,47
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) – раздельное внесение	1,44	1,35	1,40	45,9	45,4	45,7	0,58	0,54	0,56
НСР ₀₅	0,12	0,15	-	0,7	0,8	-	0,05	0,06	-

В зоне недостаточного увлажнения в 2018 г. наибольшая урожайность льна масличного получена в вариантах с применением Миуры (0,63 т/га), Магнума (0,57 т/га) и раздельном внесении этих препаратов (0,58 т/га), существенно превысив контроль 1 (0,46 т/га). В 2019 г. самый высокий уровень урожайности наблюдался на контролях: 1,33 т/га – без обработки и 1,30 т/га – без обработки, с ручной прополкой; а в вариантах с применением Миуры, Магнума и их раздельного внесения урожайность сформирована несколько ниже – 1,25, 1,22 и 1,26 т/га соответственно. В среднем за два года исследований урожайность в этих вариантах варьировала от 0,90 до 0,94 т/га, при значениях на контролях – 0,90 т/га (таблица 5).

Необходимо отметить, что использование препаратов Магнум и Миура в виде баковой смеси способствовало снижению урожайности льна масличного по сравнению с контрольными вариантами в зоне неустойчивого увлажнения на 0,19–0,33 т/га, в зоне недостаточного увлажнения – на 0,15 т/га. Здесь же отмечено снижение масличности семян на 0,8–1,0 %, что говорит о явном отрицательном влиянии на культуру данного способа применения гербицидов.

В среднем за два года исследований масличность семян при применении гербицидов Миура, Магнум и раздельном их внесении была на одном уровне по сравнению с контрольными вариантами и снижалась незначительно – на 0,1–0,5 % (табл.5).

Таблица 5 – Продуктивность льна масличного сорта Радуга при различных способах применении гербицидов Магнум и Миура в зоне недостаточного увлажнения Донской филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Вариант	Урожайность, т/га			Масличность семян, %			Сбор масла, т/га		
	2018 г.	2019 г.	в среднем за два года	2018 г.	2019 г.	в среднем за два года	2018 г.	2019 г.	в среднем за два года
Контроль 1, без обработки	0,46	1,33	0,90	46,8	47,2	47,0	0,19	0,55	0,37
Контроль 2, без обработки, ручная прополка	0,50	1,30	0,90	47,1	47,3	47,2	0,21	0,54	0,38
Миура, КЭ (1,2 л/га)	0,63	1,25	0,94	46,5	47,3	46,9	0,26	0,52	0,39
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га)	0,57	1,22	0,90	46,9	47,2	47,1	0,24	0,51	0,38
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) – баковая смесь	0,35	1,14	0,75	46,0	46,0	46,0	0,14	0,46	0,30
Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) – раздельное внесение	0,58	1,26	0,92	47,3	46,8	47,1	0,24	0,52	0,38
НСР ₀₅	0,10	0,09	-	1,1	0,4	-	0,04	0,04	-

Применение баковой смеси гербицидов Магнум и Миура способствовало значительному снижению сбора масла по сравнению с другими вариантами. Так, в зоне неустойчивого увлажнения этот показатель уменьшился с 0,51–0,58 до 0,47 т/га, а в зоне недостаточного увлажнения – с 0,37–0,38 до 0,30 т/га. В остальных вариантах опыта значения сбора масла были получены на уровне контролей.

Выводы. В 2018–2019 гг. при исследовании способов применения гербицидов Магнум и Миура и их влияния на уровень продуктивности сортов льна масличного в разных почвенно-климатических зонах юга России установлено, что в зоне неустойчивого увлажнения (г. Краснодар) наиболее высокий уровень биологической эффективности отмечался при применении препаратов Миура, КЭ (1,2 л/га), Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и их баковой смеси, а в зоне недостаточного увлажнения (п. Опорный, Ростовская область) – в вариантах с Магнумом, ВДГ (0,01 кг/га) и раздельном внесении Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) и Миуры, КЭ (1,2 л/га). В зоне неустойчивого увлажнения наибольшая урожайность льна масличного отмечена при внесении Миуры, КЭ (1,2 л/га) и Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) – 1,47 и 1,43 т/га соответственно, а в зоне недостаточного увлажнения – Миуры, КЭ (1,2 л/га), Магнума, ВДГ (0,01 кг/га) и их раздельного внесения, составив 1,25, 1,22 и 1,26 т/га соответственно. Таким образом, для эффективного подавления сорной растительности и получения высокого уровня продуктивности льна масличного в зоне неустойчивого увлажнения на чернозёме выщелоченном и в зоне недостаточного увлажнения на чернозёме обыкновенном в фазе «елочки» у льна следует применять раздельно гербициды Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) при высоте культуры 3–10 см и Миура, КЭ (1,2 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних сорняков. Применение баковой смеси гербицидов Магнум, ВДГ (0,01 кг/га) и Миура, КЭ (1,2 л/га) не рекомендуется вследствие её негативного влияния на показатели продуктивности и качества льна масличного.

Библиография

1. Производство льна в России в 2019 году [Электронный ресурс] // Астон. Продукты питания и пищевые ингредиенты. – 2019. – 27 декабря. – Режим доступа: <http://www.aston.ru/news/proizvodstvo-lna-v-rossii/>. (Дата обращения 4.06.2020).
2. Дайджест ключевых публикаций в СМИ [Электронный ресурс] // ФГБУ Центр Агроаналитики. Минсельхоз России. – 2020. – вып. 8. – Режим доступа: https://www.specagro.ru/sites/default/files/2020-05/daydzhest_maslichnye_no8.pdf (Дата обращения 14.07.2020).
3. Лен масличный на Ставрополье: монография / под общ. ред. В.К. Дригидера, А.Н. Есаулко, Г.Р. Дорожко. – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2013. – С. 95–120.

4. Захарова Л. М. Защита льна масличного от сорняков // Газета «Поле Августа». – 2015. – № 3 (136). [Электронный ресурс]. – URL: [https:// www.avgust.com/newspaper/ topics/detail.php](https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php) (Дата обращения 25.05.2020).
5. Кастюхин В.Н. Баковые смеси без ошибок // Газета «Поле Августа». – 2016. – № 5 (151). [Электронный ресурс]. – URL: [https:// www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php](https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php) (Дата обращения 26.05.2020).
6. Кищенко Л.А. Изучение биологической эффективности гербицидов в баковых смесях в условиях Приангарья // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». – 2008. – № 32. – С. 11–17.
7. Захарова Л.М., Кудрявцев Н.А., Павлова Л.И. Защита льна-долгунца // Защита и карантин растений. Приложение, 2009. – № 1. – 28 с.
8. Бушнев А.С., Орехов Г.И., Подлесный С.П., Мамырко Ю.В., Лучкина Т.Н. Применение баковых смесей гербицидов с Альбитом на льне масличном // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 133–142.
9. Захарова Л.М. Новые послевсходовые гербициды на льне // Защита и карантин растений, 2013. – № 4. – С. 31–34.
10. Федорова С.М. Засоренность и урожайность льна-долгунца в зависимости от гербицидов // Научно-технический прогресс в с/х производстве. Сборник докладов XII Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х томах. – 2017. – С 76-80.
11. Рожмина Т.А., Жученко А.А., Понажев В.П., Куземкин И.А. Специализированные сорта и инновационные приемы производства масличного льна // Аграрный вестник Юго-Востока, 2016. – № 1-2 (14-15). – С. 56–59.
12. Практическое руководство по возделыванию льна масличного в Краснодарском крае / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, П.М. Галкин, Л.Г. Рябенко, Н.М. Тишков, А.С. Бушнев. – Краснодар, 2003. – 20 с.
13. Бушнев А.С., Горбаченко Ф.И., Картамышева Е.В., Лучкина Т.Н., Подлесный С.П., Лошкомойников И.А., Минжасова А.К. Совершенствование сортовой агротехники льна масличного на чернозёмах выщелоченном и обыкновенном // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 4 (168). – С. 67–76.
14. Kurtenbach M.E., Johnson E.N., Gulden R.H., Duguid S., Dyck M.F., Willenborg C.J. Integrating cultural practices with herbicides augments weed management in flax // *Agronomy Journal*. – 2019. – 111 (4). – P. 1904–1912.
15. Acharya S.S., Nirala R.B.P., Roychowdhury A., Ghosh, M., Haque M. Bio-efficacy of herbicides against complex weed flora in linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Indo-Gangetic plain of Bihar // *Research on Crops*. – 2017. – 18 (1). – P. 49–56.
16. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2019 – С. 335– 630.
17. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. – СПб, 2013. – 280 с.
18. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – С. 254–261.
19. ГОСТ Р 8.620-2006 Государственная система обеспечения единства измерений. Семена масличных культур и продукты их переработки. Методика выполнения измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного магнитного резонанс. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Flax production in Russia in 2019 [Electronic source] // Aston. Food and food ingredients. – 2019. – December 27. – Available from: <http://www.aston.ru/news/proizvodstvo-lina-v-rossii/>. (reference date: June 4, 2020).
2. Digest of key publications in the media [Electronic source] // FGBU Agroanalytics Center. Ministry of Agriculture of Russia. – 2020. – Issue 8. – Available from: https://www.specagro.ru/sites/default/files/2020-05/daydzhest_maslichnye_no8.pdf (reference date: July 14, 2020).
3. Oil flax in the Stavropol region: monograph / Under general editorship of V.K. Dridiger, A.N. Esaulko, G.R. Dorozhko. – Stavropol: Stavropol publishing house "Paragraph", 2013. – Pp. 95–120.
4. Zakharova L.M. Protection of oil flax from weeds // Newspaper "Field of August". – 2015. – № 3 (136). [Electronic source]. – URL: [https:// www.avgust.com/newspaper/ topics / detail.php](https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php) (reference date: May 25, 2020).
5. Kastyukhin V.N. Tank mixtures without errors // Newspaper "Field of August". – 2016. – No. 5 (151). [Electronic source]. – URL: [https:// www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php](https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php) (reference date: May 26, 2020).
6. Kishchenko L.A. The study of the biological efficiency of herbicides in tank mixtures in the Angara region // Scientific and practical journal "Bulletin of IrGSKhA". – 2008. – № 32. – Pp. 11-17.
7. Zakharova L.M., Kudryavtsev N.A., Pavlova L.I. Protection of fibre flax // Protection and quarantine of plants. Supplement, 2009. – No. 1. – 28 p.
8. Bushnev A.S., Orekhov G.I., Podlesny S.P., Mamyrko Yu.V., Luchkina T.N. The application of tank mixtures of Albit and herbicides on oil flax // Oil crops. – 2019. – № 4 (180). – Pp. 133-142.
9. Zakharova L.M. New postemergence herbicides on flax // Plant Protection and Quarantine, 2013 – № 4. – Pp. 31–34.

10. Fyodorova S.M. Weed infestation and yield of fibre flax depending on herbicides // Scientific and technical progress in agricultural production. Collection of reports of the XII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists. In 2 volumes. - 2017. – Pp. 76-80.
11. Rozhmina T.A., Zhuchenko A.A., Ponazhev V.P., Kuzemkin I.A. Specialized varieties and innovative methods of production of oil flax // Agrarian Bulletin of the South-East, 2016. – № 1-2 (14-15). – Pp. 56-59.
12. Practical guideline on the cultivation of oil flax in the Krasnodar region / V.M. Lukomets, N.I. Bochkaryov, P.M. Galkin, L.G. Ryabenko, N.M. Tishkov, A.S. Bushnev. – Krasnodar, 2003. – 20 p.
13. Bushnev A.S., Gorbachenko F.I., Kartamysheva E.V., Luchkina T.N., Podlesny S.P., Loshkomoinikov I.A., Minzhasova A.K. Improvement of varietal agricultural technology of oil flax on leached and common chernozems // Oil crops. Scientific and technical bulletin of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops. – 2016. – Issue 4 (168). – Pp. 67–76.
14. Kurtenbach M.E., Johnson E.N., Gulden R.H., Duguid S., Dyck M.F., Willenborg C.J. Integrating cultural practices with herbicides augments weed management in flax // Agronomy Journal. – 2019. – 111 (4). – Pp. 1904-1912.
15. Acharya S.S., Nirala R.B.P., Roychowdhury A., Ghosh, M., Haque M. Bio-efficacy of herbicides against complex weed flora in linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Indo-Gangetic plain of Bihar // Research on Crops. – 2017. – 18 (1). – Pp. 49-56.
16. State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use in the territory of the Russian Federation. – М., 2019 – Pp. 335–630
17. Guidelines for registration tests of herbicides in agriculture. – SPb, 2013. – 280 p.
18. Methodology for field agrotechnical experiments with oil crops / Under general editorship of V.M. Lukomets. 2nd edition, updated and revised. – Krasnodar, 2010. – Pp. 254–261.
19. GOST R 8.620-2006 State system for ensuring the uniformity of measurements. Oil crops and products of their processing. Method for measuring oil content and moisture content by pulsed nuclear magnetic resonance. - М.: Standartinform, 2010. – 12 p.
20. Dospekhov B.A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). - М.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.

Сведения об авторах

Бушнев Александр Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий агротехнологическим отделом, заведующий лабораторией агротехники, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, ул. им. Филатова, д. 17, г. Краснодар, Россия, 350038, тел. (861) 275-85-03, E-mail: vniimk-agro@mail.ru

Подлесный Сергей Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехники ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, ул. им. Филатова, д. 17, г. Краснодар, Россия, 350038, тел. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Орехов Геннадий Иванович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории агротехники ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, ул. им. Филатова, д. 17, г. Краснодар, Россия, 350038, тел. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Мамырко Юлия Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехники ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, ул. им. Филатова, д. 17, г. Краснодар, Россия, 350038, тел. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Лучкина Татьяна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории мелкосемянных масличных культур и сои Донской опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Ростовская обл., Азовский район, пос. Опорный, ул. Жданова, д. 2, Россия, 346754, тел. 8 (86342) 75-1-21, e-mail: gnudos@mail.ru

Information about authors

Bushnev Alexander Sergeyevich, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agrotechnology, head of the laboratory of agrotechnology, leading researcher of V.S. Pustovoit of All-Russia Research Institute of Oil Crops, 17 Filatova street, 350038, Krasnodar, Russia, tel. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Podlesny Sergey Petrovich, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agrotechnology of V.S. Pustovoit of All-Russia Research Institute of Oil Crops, 17 Filatova street, 350038, Krasnodar, Russia, tel. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Orekhov Gennady Ivanovich, candidate of technical sciences, associate professor, senior researcher of the laboratory of agrotechnology of V.S. Pustovoit of All-Russia Research Institute of Oil Crops, 17 Filatova street, 350038, Krasnodar, Russia, tel. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Mamyрко Yuliya Viktorovna, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agrotechnology of V.S. Pustovoit of All-Russia Research Institute of Oil Crops, 17 Filatova street, 350038, Krasnodar, Russia, tel. (861) 275-85-03, e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Luchkina Tatyana Nikolaevna, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of small-seeded oil crops and soybean of the Don experimental station - a branch of V.S. Pustovoit of All-Russia Research Institute of Oil Crops, 2 Zhdanova street, 346754, vil. Oporny, Azov area, the Rostov region, Russia, tel. 8 (86342) 75-1-21, e-mail: gnudos@mail.ru

УДК 631.8:631.582 (470.32)

Т.С. Морозова, С.Д. Лицуков, В.И. Желтухина, Л.А. Ефимова

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР

Аннотация. Изучено влияние длительного применения удобрений на изменение кислотности и содержания гумуса почве, а также установлена зависимость содержания валовых и подвижных форм кадмия от реакции почвенного раствора и содержания гумуса в черноземе типичном Центрально-Черноземного региона. Рассчитана степень подвижности кадмия в почве. Установлено, что минеральные удобрения оказывает отрицательный эффект на величину обменной кислотности почвы. Почва вариантов с применением минеральных удобрений характеризуется как среднекислая. Минеральные удобрения, особенно в дозе $N_{180}P_{180}K_{180}$, и при совместном их внесении с навозом повышают содержание подвижных форм тяжелых металлов в черноземе типичном. В почве с повышенной кислотностью коэффициент подвижности кадмия в почве выше. Органические удобрения оказывают положительный эффект на величину обменной кислотности и почва характеризуется как нейтральная. Минеральные удобрения усиливают процесс минерализации органического вещества. Внесение органических удобрений способствовали повышению содержания гумуса в почве. Максимальное содержание гумуса в почве – 5,83% отмечено в варианте с внесением двойной дозы навоза. Органическая система удобрений способствует увеличению содержания валовых форм кадмия, тем самым снижая степень его подвижности на 7%. Закрепление подвижных форм кадмия в черноземе типичном при внесении органических удобрений происходит за счет образования комплексного соединения органического вещества почвы с подвижными формами кадмия. Длительное внесение повышенных доз минеральных удобрений, навоза и совместное внесение минеральных удобрений и навоза приводит к накоплению кадмия в почве и, следовательно, может оказать негативное влияние на агроэкологическое состояние почвы.

Ключевые слова: чернозем типичный, навоз, минеральные удобрения, кислотность, кадмий, гумус, коэффициент подвижности.

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF FERTILIZER APPLICATION IN THE CROP ROTATION OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE CCR

Abstract. The effect of long-term use of fertilizers on the change in acidity and humus content in the soil was studied, and the dependence of the content of gross and mobile forms of cadmium on the reaction of the soil solution and the humus content in typical chernozem of the Central Black Earth region was established. Calculated the degree of mobility of cadmium in the soil. It has been established that mineral fertilizers have a negative effect on the exchangeable acidity of the soil. The soil of variants with the use of mineral fertilizers is characterized as moderately acidic. Mineral fertilizers, especially in a dose of $N_{180}P_{180}K_{180}$, and when applied together with manure, increase the content of mobile forms of heavy metals in typical chernozem. In soil with high acidity, the coefficient of mobility of cadmium in the soil is higher. Organic fertilizers have a positive effect on the exchangeable acidity and the soil is characterized as neutral. Mineral fertilizers enhance the process of organic matter mineralization. The introduction of organic fertilizers helped to increase the humus content in the soil. The maximum humus content in the soil - 5.83% was noted in the variant with the introduction of a double dose of manure. The organic system of fertilizers increases the content of gross forms of cadmium, thereby reducing the degree of its mobility by 7%. The fixation of mobile forms of cadmium in typical chernozem when applying organic fertilizers occurs due to the formation of a complex compound of soil organic matter with mobile forms of cadmium. Long-term application of increased doses of mineral fertilizers, manure and the combined application of mineral fertilizers and manure leads to the accumulation of cadmium in the soil and, therefore, can have a negative effect on the agro-ecological state of the soil.

Keywords: typical chernozem, manure, mineral fertilizers, sourness, cadmium, humus, coefficient of mobility.

Введение. Благодаря своему почвенному покрову, представленному, в основном черноземом типичным, Центрально-Черноземный район Российской Федерации является одним из важнейших регионов с интенсивно развивающимся земледелием страны, в том числе и Белгородская область, входящая в состав данного региона. В черноземе типичном достаточно высокая сумма поглощенных оснований, которая составляет до 40 и более мг-экв/100 г почвы, что позволяло достаточно длительное время сохранять уровень кислотности ближе к нейтральному и не нуждаться в известковании [6, 8].

В настоящее время, под влиянием агроэкологических факторов различной природы, почвенный раствор чернозёмов подкисляется. По результатам агрохимического обследования почв Белгородской области за период 1976-2014 гг. доля кислых почв возросла с 22,8 до 45,8%, в том числе среднекислых с 1,5 до 12,6% [9, 13].

По мнению многих ученых, существует прямая корреляция между интенсивностью использования пашни и уменьшением кальция в корнеобитаемом слое почвы. Что приводит к снижению показателя pH_{KCl} , повышению уровня гидролитической кислотности и уменьшению степени насыщенности почв основаниями не только при применении удобрений, но и на контроле [2,7,10].

Применение минеральных удобрений позволяет значительно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, но существует оборотная сторона в виде различных токсичных примесей с удобрениями попадающих в почву [3,4,5,11].

Многие элементы, в первую очередь тяжёлые металлы, при закислении почвы мигрируют и аккумулируются, угнетая рост и развитие растений, подавляя жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. В настоящее время данная экологическая проблема актуальна и до сих пор остается открытой.

Цель исследований – изучить влияние длительного применения удобрений на изменение реакции почвенного раствора и установить зависимость содержания валовых и подвижных форм кадмия, а также степень подвижности тяжелых металлов от кислотности почвы и степени гумусированности в черноземе типичном Центрально-Черноземного региона.

Материалы и методы. Исследования проведены на базе многолетнего стационарного полевого опыта лаборатории мониторинга и плодородия почв ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН».

Полевой опыт заложен в 1987 году. Почва опытного участка - чернозем типичный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке с содержанием гумуса 5,0 %, суммой поглощённых оснований 34,2-36,4 мг-экв/100 г почвы, гидролитической кислотностью 2,5-2,7 мг-экв/100 г почвы, $pH_{сол}$ 5,6-5,8; содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) 55-60 и 105-125 мг/кг почвы соответственно.

Исследования проводили в условиях плодосменного севооборота озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень+ многолетние травы – многолетние травы 1 года пользования – многолетние травы 2 года пользования.

Схема опыта: 1. без удобрений (контроль); 2. $N_{90}P_{90}K_{90}$; 3. $N_{180}P_{180}K_{180}$; 4. навоз 40 т/га; 5. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 40 т/га; 6. $N_{180}P_{180}K_{180}$ + 40 т/га; 7. навоз 80 т/га; 8. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 80 т/га; 9. $N_{180}P_{180}K_{180}$ + навоз 80 т/га.

Минеральные удобрения вносятся ежегодно под каждую культуру в одной и двойной дозах, одна доза удобрений составляет 60-90 кг д.в.

Из органических удобрений применяли навоз КРС. Навоз вносили под сахарную свёклу один раз за ротацию севооборота. В расчете на простое воспроизводство почвенного плодородия навоз вносился в одинарной дозе, которая составляла 40 т/га, а в расчете на расширенное воспроизводство доза внесения навоза была увеличена вдвое и составляла 80 т/га.

В работе представлены результаты исследований влияния удобрений на некоторые химические показатели почвы, на содержание форм кадмия в почве и его подвижность.

Основная часть. Результаты исследований, представленные в таблице 1, показывают, что за период с 2000 по 2017 г. отмечается подкисление почвы по всем вариантам опыта. Применение минеральных удобрений повышает величину обменной кислотности.

Органические удобрения в дозе 40 и 80 т/га навоза положительно влияют на раскисление, сохраняя обменную кислотность близкой к контрольным вариантам и, по группировке почв по ЦИНАО, соответствуют нейтральным почвам.

При использовании органических и минеральных удобрений комплексно, также снижается кислотность почв до слабо- и среднекислых значений.

Таким образом, нами было установлено, что применение минеральных удобрений способствует снижению pH почвы на 1,3-1,5 единиц, органических повышению данного показателя на 1,13 единиц, при этом степень кислотности почвы характеризуется близкой к нейтральной.

Таблица 1 – Изменение обменной кислотности под влиянием удобрений

Вариант	Глубина, см	Годы		
		2000 г.	2007 г.	2017 г.
Контроль	0-30	6,24	6,04	5,83
	30-50	6,25	6,64	7,02
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-30	5,08	5,58	6,08
	30-50	5,13	5,84	6,54
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-30	4,81	5,50	5,18
	30-50	5,57	5,58	5,88
Навоз 40 т/га	0-30	6,11	5,74	6,37
	30-50	6,41	6,02	6,63
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + навоз 40 т/га	0-30	5,07	5,11	5,14
	30-50	5,29	5,45	5,61
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ + навоз 40 т/га	0-30	5,05	5,17	5,29
	30-50	5,19	5,34	5,48
Навоз 80 т/га	0-30	6,02	7,11	7,20
	30-50	7,04	6,48	6,91
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + навоз 80 т/га	0-30	4,98	5,25	5,51
	30-50	5,01	5,94	6,86
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ + навоз 80 т/га	0-30	5,20	5,19	5,17
	30-50	5,22	5,78	6,34

Важным показателем почвенного плодородия является содержание гумуса в почве. Гумусированность почвы оказывает влияние на подвижность тяжёлых металлов, в том числе и кадмия (табл.2). Обладая высокой ёмкостью поглощения катионов, гумус способствует сорбции тяжёлых металлов. В тоже время, внесение повышенных доз органического вещества может привести к увеличению содержания водорастворимых органических веществ при взаимодействии которых с тяжёлыми металлами образуются комплексы, усиливающие их подвижность в почве [1, 12, 13].

Таблица 2 – Содержание гумуса в почве, %

Вариант	Глубина, см	Годы		
		2000 г.	2007 г.	2017 г.
Контроль	0-30	5,17	5,15	4,99
	30-50	5,01	4,55	3,77
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-30	5,12	5,08	4,76
	30-50	4,84	4,45	3,98
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-30	5,12	4,91	4,78
	30-50	4,8	4,39	3,67
Навоз 40 т/га	0-30	5,31	5,43	5,66
	30-50	5,19	4,65	4,99
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + навоз 40 т/га	0-30	5,66	5,37	5,16
	30-50	5,16	4,71	4,19
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ + навоз 40 т/га	0-30	5,67	5,40	5,19
	30-50	5,38	4,75	4,75
Навоз 80 т/га	0-30	5,48	5,38	5,83
	30-50	5,54	4,59	4,48
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + навоз 80 т/га	0-30	5,56	5,47	5,29
	30-50	5,54	4,75	4,22
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ + навоз 80 т/га	0-30	5,46	5,53	5,57
	30-50	4,38	4,56	4,64

На контрольном варианте опыта за период с 2000 г. по 2017 г. отмечается снижение содержания гумуса, причём в подпахотном слое почвы большая тенденция к его снижению, что может быть связано с интенсивной минерализацией органического вещества за счет отвальной обработки почвы. Минеральные удобрения усиливают процессы минерализации органического вещества относительно контроля.

В 2000 году в варианте с применением минеральных удобрений в дозе по 90 кг/га д.в. NPK в пахотном слое почвы отмечается снижение содержания гумуса на 0,05% и на 0,23% в 2017 г. по отношению к варианту без применения удобрений.

При увеличении дозы минеральных удобрений в 2 раза наблюдается тенденция к уменьшению содержания гумуса, т.е. к почвенной деградации. На варианте N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ в 2000 г. количество гумуса уменьшилось на 0,05% и на 0,21% в 2017 г. по сравнению с контрольным вариантом. В более глубоком слое 30-50 см в 2000 г. наблюдается снижение содержания гумуса независимо от дозы минеральных удобрений. Так, на вариантах N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ уровень его содержания снизился на 0,17 – 0,21%. В 2017 г. в подпахотном горизонте гумус уменьшился только на варианте N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ на 0,10%, а на делянках N₉₀P₉₀K₉₀ произошло его увеличение на 0,21% по сравнению с контролем.

Применение органических удобрений в дозе 40 т/га положительно сказывается на накоплении органического вещества в почве.

В 2000 году в слое почвы 0-30 см содержание гумуса относительно контроля выше на 0,14% и на 0,07% в 2017 г. В слое 30-50 см его значение выше на 0,18% в 2000 г. и на 1,22% в 2017 г. по сравнению с контрольным вариантом. Действие навоза усиливается при совместном его внесении с одной и двумя дозами минеральных удобрений. В 2000 г. в слое 0-30 см на вариантах N₉₀P₉₀K₉₀ + навоз 40 т/га и N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ + навоз 40 т/га содержание гумуса повышается на 0,49 и 0,50% по сравнению с контролем. В 2017 г. в слое почвы 0-30 см сохраняется тенденция накопления гумуса относительно контроля. На варианте N₉₀P₉₀K₉₀ + навоз 40 т/га данный показатель увеличивается на 0,17% и на 0,20% на варианте N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ + навоз 40 т/га.

Повышение дозы навоза до 80 т/га также повышает содержание гумуса в почве. В 2000 г. в слое 0-30 см на варианте навоз 80 т/га содержание гумуса на 0,31% выше контрольного варианта, в 2017 г. накопление гумуса усиливается и его значение на 0,84% превышает значение контрольного варианта. В слое 30-50 см в 2000 г. с внесением двойной дозы навоза сохраняется тенденция накопления гумуса, его значение на 0,53% выше контроля, однако содержание гумуса на данном варианте в подпахотном слое выше его значения в слое 0-30 см на 0,06 %. В 2017 г. на варианте навоз 80 т/га в слое 30-50 см содержание гумуса увеличилось относительно контроля на 0,71%, но его значение ниже слоя 0-30 см на 1,35%.

Положительная динамика отмечается и при совместном внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ и навоза в дозе 80 т/га, где увеличилось содержания гумуса в слое почвы 0-30 см на 0,39 и 0,29% соответственно по отношению к неудобренному варианту. В 2017 г. содержание гумуса в слое почвы 0-30 см также повышается. Так, на варианте N₉₀P₉₀K₉₀ + навоз 80 т/га его значение на 0,30% выше контроля и на делянках N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ + навоз 80 т/га содержание гумуса выше неудобренных делянок в среднем на 0,58%.

Для выявления зависимости аккумуляции кадмия в почве от реакции почвенной среды и содержания гумуса мы определили содержание валовых и подвижных форм кадмия, а также рассчитали его коэффициент подвижности. Данные по содержанию кадмия в слое почвы 0-30 см представлены в таблице 3.

Содержание валовых форм кадмия по всем вариантам опыта ниже ОДК (1,0 мг/кг) в 2 и более раза. На абсолютном контроле содержание валовых форм кадмия в среднем составляет 0,23 мг/кг, за 17 лет ведения полевого опыта накопление в почве кадмия не наблюдается. При внесении удобрений в течение длительного периода не оказало существенного влияния на содержание валовых форм кадмия, однако прослеживается некоторая закономерность.

При внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ содержание валовых форм кадмия находилось в диапазоне 0,26-0,30 мг/кг. Внесение органических удобрений в дозе 40 и 80 т/га навоза привело к увеличению его содержания. в 1,5 раза во второй и третьей ротации севооборота.

Таблица 3 – Содержание валовых и подвижных форм кадмия в почве, мг/кг

	Валовый Cd			Подвижный Cd		
	2000 г.	2007 г.	2017 г.	2000 г.	2007 г.	2017 г.
Контроль	0,21	0,24	0,26	0,05	0,06	0,07
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,26	0,27	0,27	0,06	0,14	0,14
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0,3	0,29	0,28	0,1	0,15	0,18
Навоз 40 т/га	0,23	0,29	0,35	0,04	0,08	0,07
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + навоз 40 т/га	0,2	0,34	0,38	0,05	0,08	0,07
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ + навоз 40 т/га	0,32	0,36	0,4	0,05	0,06	0,09
Навоз 80 т/га	0,3	0,36	0,41	0,03	0,08	0,09
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + навоз 80 т/га	0,29	0,39	0,49	0,04	0,1	0,1
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀ + навоз 80 т/га	0,28	0,43	0,57	0,03	0,12	0,15

При совместном внесении минеральных и органических удобрений также отмечается накопление валовых форм кадмия. Комплексное действие минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ и навоза в дозе 40 и 80 т/га увеличивает содержание кадмия в 2 раза по сравнению с контрольным вариантом.

Максимальному накоплению валовых форм кадмия способствует совместное внесение органических и минеральных удобрений в двойной дозе, где значение данного показателя увеличилось в 2007 г. на 0,19 мг/кг или на 44 %, а в 2017 г. на 0,31 мг/кг или на 54,4 %, по сравнению с контролем.

Таким образом, содержание валовых форм кадмия в большей степени зависит от внесения органических удобрений и их сочетаний в органо-минеральном комплексе.

Наибольшую опасность представляют подвижные формы кадмия в почве.

Среднее содержание подвижных форм кадмия на контроле составил 0,06 мг/кг. Под влиянием удобрений отмечается увеличение содержания подвижных форм кадмия. Внесение минеральных удобрений в одинарной и двойной дозе способствуют увеличению содержания подвижных форм кадмия в среднем на 43- 50%. При внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ данный показатель к 2007 г. увеличился в 2,3 раза, а при увеличении дозы до N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ его содержание повысилось в 2,6 раза и составило в 2007 г. и 2017 г. 0,15 и 0,18 мг/кг соответственно.

Внесение органических удобрений существенного влияния на содержание подвижных форм кадмия не оказывает. При дозах 40-80 т/га данный показатель находится на уровне контрольных вариантов и составляет в среднем 0,05 - 0,08 мг/кг.

При изучении влияния органо-минеральных комплексов на содержание подвижных форм кадмия, нами была отмечена некоторая закономерность. На варианте N₉₀P₉₀K₉₀ + 40 т/га навоза количество подвижного кадмия в среднем составляет 0,08- 0,10 мг/кг, при увеличении дозы минеральных удобрений до 180 кг/га д.в. его содержание повышается в 2,6 раза, по сравнению с контролем.

Использование двойной дозы органических удобрений, направленной на расширенное воспроизводство почвенного плодородия, снижает данные показатели до значений неудобренных вариантов. Внесение минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₉₀ на фоне 40 т/га навоза увеличивает подвижные формы кадмия на 50%, увеличение дозы минеральных удобрений до N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ способствует максимальному увеличению содержания подвижных форм кадмия до 0,15 мг/кг.

Таким образом, можно сделать вывод что, применение минеральных удобрений в комплексе с органическими в большей степени способствует аккумуляции подвижных форм кадмия в почве.

Чтобы оценить влияние удобрений на превращение кадмия в почве плодосменного севооборота под сахарной свёклой мы рассчитали степень подвижности кадмия. Данные представлены на рисунке 1.

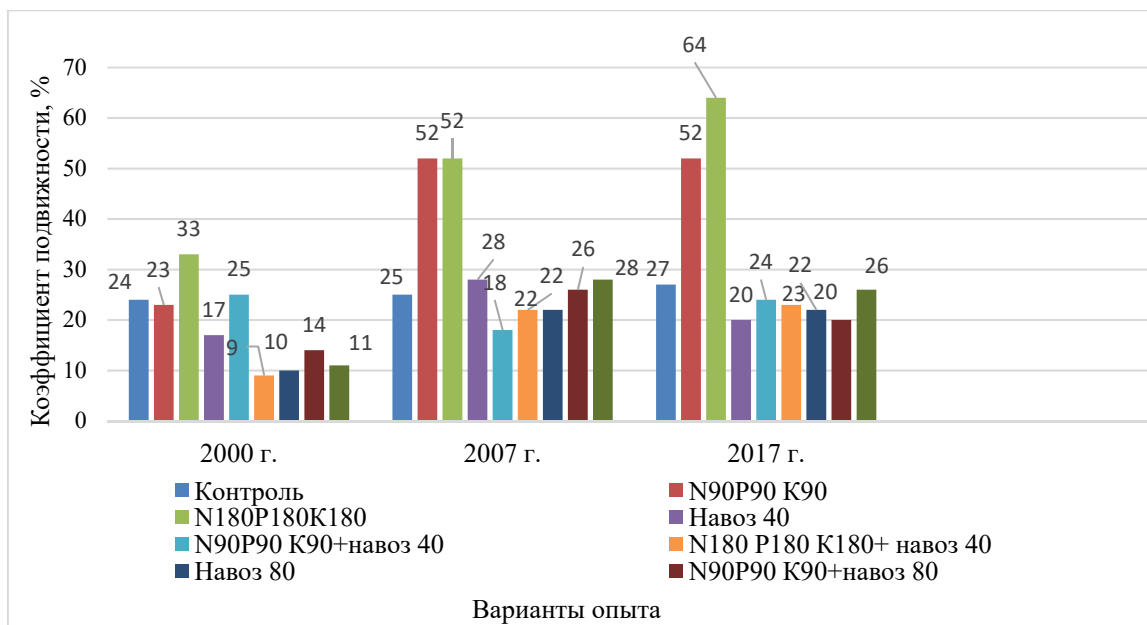


Рис. 1 Коэффициент подвижности кадмия, %

На варианте без применения удобрений коэффициент подвижности кадмия, в среднем по годам исследования, составил 25%. Три ротации севооборота не оказали влияния на изменение подвижности кадмия на контрольных вариантах.

При длительном внесении минеральных удобрений подвижность кадмия в почве возрастает. При внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ подвижность кадмия существенно возросла. В 2007 и 2017 году подвижность кадмия на данном варианте увеличилась в 2 раза, а повышение дозы NPK до 180 кг/кг д.в. привело к увеличению подвижности кадмия в 2017 г. в 3 раза, по сравнению с 2000 г. и в 1,2 раза по сравнению с 2007 г.

Органические удобрения оказывают положительное действие на снижение коэффициента подвижности. В 2000 г. при внесении навоза в дозе 40 т/га подвижность кадмия снизилась на 6% по сравнению с контролем, а повышение дозы навоза до 80 т/га обеспечило снижение подвижности металла на 14%. За 17 лет ведения полевого опыта на вариантах с внесением навоза подвижность кадмия соответствует значениям контрольных вариантов.

При совместном внесении органических и минеральных удобрений подвижность кадмия уменьшается и находится на уровне контрольных вариантов. В 2007 и 2017 гг. на вариантах N₉₀P₉₀K₉₀ +навоз 40 т/га и N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ + навоз 40 т/га коэффициент подвижности составляет 22 и 23% соответственно, следовательно, существенного влияния совместное действие органических и минеральных удобрений не оказало.

Комплексное действие минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ и органических удобрений в дозе 80 т/га в 2000 году привело к снижению подвижности кадмия на 11%, в последующий период снижение не наблюдается.

Таким образом, при внесении минеральных удобрений изменяется содержание подвижных форм кадмия в сторону его накопления, т.е. наблюдается отрицательный эффект. В результате в реакции почвенного раствора наблюдаются изменения в сторону подкисления, до образования среднекислых почв, а следовательно увеличение подвижности кадмия. При применении органических удобрений наблюдается обратный эффект за счет образования труднорастворимого комплексного соединения гумуса с подвижными формами кадмия.

Проведенные нами исследования подтверждают значительное влияние минеральных и органических удобрений на физико-химические свойства чернозёмной почвы. Органические удобрения оказывают благоприятное действие на количество гумуса почвы, повышая его содержание. Это подтверждает вариант с внесением двойной дозы навоза, рассчитанной на расширенное воспроизводство почвенного плодородия, где содержание гумуса составило 5,83%, наибольшее по сравнению с другими вариантами. Также можно отметить, что при внесении навоза в дозе 80 т/га, которая рассчитана на расширенное воспроизводство почвен-

ного плодородия и ее сочетания с N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ при данной комбинации обменная кислотность составляет 6,26 и 6,5 ед., почва опытного участка характеризуется нейтральной кислотностью.

Органические и минеральные удобрения оказывают значительное влияние на присутствии валовых форм кадмия. На варианте навоз 40 т/га + N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ данный показатель в количестве 0,36 мг/кг, максимальное накопление валовых форм кадмия отмечено на варианте навоз 80 т/га + N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀, и составляет 0,57 мг/кг после третьей ротации севооборота.

Под действием удобрений изменяется содержание подвижных форм кадмия. Максимальное их значение 0,18 мг/кг наблюдается на варианте N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀. Органические удобрения понижают содержание подвижных форм кадмия до значений контрольных вариантов.

Заключение. В результате проведенных нами исследований была выявлена прямая зависимость между внесением минеральных удобрений и процессами миграции кадмия. Отмечено, что коэффициент подвижности кадмия при внесении минеральных удобрений увеличивался. На варианте N₉₀P₉₀K₉₀ данный показатель составляет 52%, увеличение дозы минеральных удобрений до N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ способствует увеличению подвижности кадмия до 64%. Наибольшее снижение подвижности кадмия до 10,7 % оказывает внесение навоза в дозе 80 т/га. Органоминеральный комплекс снижает коэффициент подвижности кадмия в среднем до 25%.

Библиография

1. Авраменко П.М. Влияние уровня загрязнения почвы ТМ на их накопление в картофеле и гречихе. // П.М. Авраменко, С.В. Лукин // *Агрохимический вестник*. – 2001. - №2. – С.30-31.
2. Артемьев А.А. Изменение агрохимических показателей чернозема выщелоченного под влиянием дифференцированного применения минеральных удобрений / А.А. Артемьев, А.М. Гурьянов // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2019. – № 20 (2). – С.144-152.
3. Ефимова Л.А. Эколого-агрохимическое обоснование повышения плодородия чернозема типичного и продуктивности сахарной свёклы в условиях юго-западной части ЦЧР: Автореф. дис. ...к. с.-х. наук / Л.А. Ефимова. – Брянск, 2018. – 26 с.
4. Ефимова, Л.А. Экологические аспекты применения удобрений в чернозёме 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.
5. Лукин С.В. Мониторинг содержания микроэлементов Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg в пахотных чернозёмах юго-запада Центрально-Черноземной зоны / С.В. Лукин // *Агрохимия*. – 2012. – № 11. – С. 52-59.
6. Морозова Т.С. Влияние удобрений на кислотный режим чернозема типичного в условиях юго-западной части ЦЧЗ / Т.С. Морозова // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства 14-17 июля 2015 г. Белгород: «Отчий край»*, 2015. – С. 338-342.
7. Морозова Т.С. Оценка агроэкологического состояния чернозёма типичного в условиях юго-западной части ЦЧР / Т.С. Морозова, С.А. Линков, С.Д. Лицуков, Е.Ю. Колесниченко // *Вестник аграрной науки ФГБОУ ВО Орловского государственного аграрного университета им. Н.В. Парахина*. – 2019. – №. 6(81). – С. 23-28.
8. Соловиченко В.Д. Влияние агротехнических приёмов на агрохимические свойства чернозёма типичного / В.Д. Соловиченко, Е.В. Навольнева, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова // *Эволюция и деградация почвенного покрова. Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции*. 2015 Издательство: Издательство «АГРУС» (Ставрополь). – 2015. – С.325-326.
9. Титовская А.И. Изменение питательного режима почвы в севооборотах / Титовская А.И., А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, В.Д. Соловиченко // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2015. – № 4. – С. 88-93.
10. Litsukov S.D. Agrochemical substantiation of the inclusion of bird droppings under grain maize at different tillage in terms of the south - western part of the Central black earth region/ Litsukov S.D., Glukhovchenko A.F., Kotlyarova E.G., Titovskaya A.I., Akinchin A.V. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. – 2019. – Т. 12. № S5. – С. 152-160.
11. Лицуков, С.Д. Агроэкологические особенности возделывания овощных культур на почвах, загрязненных тяжелыми металлами / С.Д. Лицуков, А.В. Акинчин // *Достижения науки и техники АПК*. – 2008. – № 9. – С. 17-19.
12. Лицуков, С.Д. Подвижность тяжелых металлов на черноземе типичном / С.Д. Лицуков // *Бюллетень научных работ*. – Белгород: Изд-во. БелГСХА, 2009. – Вып. 16. – С.22-27.
13. Лицуков С.Д., Акинчин А.В. Транслокация тяжёлых металлов в системе почва-растение/. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2007. – 201 с.

References

1. Avramenko P. M., Lukin C.B. Influence of level of pollution of the soil of TM on their accumulation in potatoes and buckwheat [Vliyanie urovnya zagryazneniya pochvyi TM na ih nakoplenie v kartofele i grechihe] / P. M. Avramenko // Agrochemical messenger. – 2001. – №. 2. – P. 30-31
2. Artemiev A.A. Changes in agrochemical indicators of leached chernozem under the influence of differentiated use of mineral fertilizers. Artemiev, A.M. Guryanov // Agricultural science of the Euro-North-East. – 2019. – №. 20 (2). – P.144-152
3. Efimova L.A. Ekologo-agrokhimicheskoe obosnovanie povysheniya plodorodiya chernozema tipichnogo i produktivnosti sakharnoy svekly v usloviyakh yugo-zapadnoy chasti TsChR: Ato-ref. dis. ...k. s.-kh. nauk / L.A. Efimova. – Bryansk, 2018. – 26 s.
4. Efimova, L.A. Ekologicheskie aspekty primeneniya udobreniy v chernozeme tipichnom yugo-zapadnoy chasti Tsentral'no-Chernozemnoy regiona / L.A. Efimova, T.S. Morozova, S.D. Litsukov // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. – 2017 – № 1 (13). – S. 81-88.
5. Lukin S. V. Monitoring sodержaniya mikroelementov Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg v pahotnykh chernozemakh yugo-zapada Tsentral'no-Chernozemnoy zonyi [Monitoring of maintenance of minerals of Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg in arable chernozems of the southwest of the Central Chernozem zone] / S. V. Lukin//Agrochemistry. – 2012. – №. 11. – P. 52-59
6. Morozova T.S. Vliyanie udobreniy na kislotnyy rezhim chernozema tipichnogo v usloviyakh yugo-zapadnoy chasti TsChZ / T.S. Morozova // Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Belgorodskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo khozyaystva 14-17 iyulya 2015 g. Belgorod: «Otchiy kray», 2015. – P. 338-342.
7. Morozova T.S. Otsenka agroekologicheskogo sostoyaniya chernozema tipichnogo v usloviyakh yugo-zapadnoy chasti TsChR / T.S. Morozova, S.A. Linkov, S.D. Litsukov, E.Yu. Kolesnichenko // Vestnik agrarnoy nauki FGBOU VO Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. N.V. Parakhina. – 2019. – №. 6(81). – P. 23-28.
8. Solovichenko V.D. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov na agrokhimicheskie svoystva chernozema tipichnogo / V.D. Solovichenko, E.V. Navol'neva, A.G. Stupakov, M.A. Kulikova // Evolyutsiya i degradatsiya pochvennogo pokrova. Sbornik nauchnykh statey po materialam IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. 2015. Izdatel'stvo: Izdatel'stvo «AGRUS» (Stavropol'). – 2015. – P.325-326.
9. Titovskaya A.I. Izmenenie pitatel'nogo rezhima pochvy v sevooborotakh / Titovskaya A.I., A.V. Shiryaev, L.N. Kuznetsova, V.D. Solovichenko // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. – 2015. – № 4. – S. 88-93.7.
10. Litsukov, S. D. Podvizhnost tyazhelykh metallov na chernozeme tipichnom [Podvizhnost of heavy metals on the chernozem typical] / S. D. Litsukov// Bulletin of scientific works. – Belgorod: Publishing house. БелГСХА, 2009. – Issue 16. – P. 22-27.
11. Litsukov S.D. Agrochemical substantiation of the inclusion of bird droppings under grain maize at different tillage in terms of the south - western part of the Central black earth region/ Litsukov S.D., Glukhovchenko A.F., Kotlyarova E.G., Titovskaya A.I., Akinchin A.V. Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2019. – T. 12. № S5. – C. 152-160.
12. Litsukov, S.D. Agroekologicheskie osobennosti vozdeleyvaniya ovoshchnykh kul'tur na pochvakh, zagryaznennykh tyazhelymi metallami / S.D. Litsukov, A.B. Akinchin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2008. – № 9. – S. 17-19.
13. Litsukov S. D., Akinchin A. V. Translokatsiya tyazhelykh metallov v sisteme pochva-rastenie [A translocation of heavy metals in system the soil plant] – Belgorod: Publishing house of BELGSKHA, 2007. – 201 p.

Сведения об авторах

Морозова Тамара Сергеевна, старший преподаватель кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, кандидат сельскохозяйственных наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68;

Лицуков Сергей Дмитриевич, профессор кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, доктор сельскохозяйственных наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68;

Желтухина Валентина Ивановна, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, кандидат биологических наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68;

Ефимова Людмила Александровна, специалист кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, кандидат сельскохозяйственных наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68.

Information about authors

Morozova Tamara Sergeevna, assistant professor of the department of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of

agricultural Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68;

Litsukov Sergey Dmitrievich, professor of the department of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, doctor of agricultural, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68;

Zheltukhina Valentina Ivanovna, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of biology, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68;

Efimova Lyudmila Aleksandrovna, spetsialist of the department of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of agricultural Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68.

УДК 631.434:633.11«324»

Н.В. Ширяева, А.В.Ширяев, Л.Н. Кузнецова, И.Е. Романцова

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В исследованиях, проведенных в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина впервые в ЦЧР было изучено комплексное влияние предшественников, новых видов удобрений и регулятора роста на изменение структурного состояния почвы при возделывании разных сортов озимой пшеницы в среднем за 2016-2018 гг. Так до посева озимой пшеницы в слое 0-30 см структура почвы характеризовалась как отличная. В фазу кущения озимой пшеницы сорта Альмера в слое 0-30 см коэффициент структурности увеличился в 1,4-1,7 раз относительно посева по всем предшественникам, к моменту уборки урожая озимой пшеницы структурное состояние почвы улучшалось по сравнению с периодом посева, но ухудшалось по сравнению со структурным состоянием в фазу кущения озимой пшеницы. Содержание агрономически ценной фракции составило 76,3% (3,66), 76,7% (3,43) и 73,6% (3,05), наилучшие показатели отмечены по предшественнику пар. К периоду уборки урожая озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в среднем в слое 0-30 см структурное состояние почвы улучшилось по сравнению с посевом, но ухудшилось по сравнению со структурным состоянием в фазу кущения озимой пшеницы. Содержание агрономически ценной фракции составило 76,1% (3,25), 77,4% (3,43) и 74% (2,96). Наилучшие показатели отмечены по предшественнику горох. Водопрочность почвенной структуры характеризовалась как неудовлетворительная и плохая. До посева наибольшие показатели были отмечены в слое 0-10 см, с глубиной устойчивость почвенных агрегатов снижалась по всем предшественникам в 1,5-2 раза, так в среднем до посева в слое 0-30 см водопрочность находилась в интервале от 11,8 до 19,2%, в фазу кущения озимой пшеницы от 10,3 до 18,2%. К моменту уборки урожая наибольшая водопрочность почвенных агрегатов по предшественнику ячмень составила - 22,9%, наименьшая по предшественнику пар (4,7 и 5,8%) соответственно в посевах сортов Майская Юбилейная и Альмера.

Ключевые слова: структура почвы, водопрочность почвенных агрегатов, озимая пшеница, сорта озимой пшеницы Майская Юбилейная и Альмера.

STRUCTURAL STATE OF SOIL IN CROPS OF DIFFERENT VARIETIES WINTER WHEAT

Abstract. In studies carried out at the Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, for the first time in the Central Black Earth Region, the complex effect of predecessors, new types of fertilizers and growth regulator on changes in the structural state of the soil during the cultivation of different varieties of winter wheat on average for 2016-2018 was studied. So, before sowing winter wheat in the 0-30 cm layer, the soil structure was characterized as excellent. In the tillering phase of winter wheat variety Almera in a layer of 0-30 cm, the structural coefficient increased 1.4-1.7 times relative to sowing for all predecessors, by the time of harvesting winter wheat, the structural condition of the soil improved compared to the sowing period, but worsened in compared with the structural state in the tillering phase of winter wheat. The content of the agronomically valuable fraction was 76.3% (3.66), 76.7% (3.43) and 73.6% (3.05), the best indicators were noted for the predecessor pair. By the harvesting period of winter wheat variety Mayskaya Yubileynaya, on average in the 0-30 cm layer, the structural state of the soil improved compared to sowing, but worsened compared to the structural state in the tillering phase of winter wheat. The content of the agronomically valuable fraction was 76.1% (3.25), 77.4% (3.43) and 74% (2.96). The best performance was noted for the predecessor peas. The water resistance of the soil structure was characterized as unsatisfactory and poor. Before sowing, the highest indicators were noted in the 0-10 cm layer, with depth, the resistance of soil aggregates decreased by 1.5-2 times for all predecessors, so on average before sowing in the 0-30 cm layer, the water resistance was in the range from 11.8 to 19.2%, in the tillering phase of winter wheat from 10.3 to 18.2%. By the time of harvesting, the highest water resistance of soil aggregates for the predecessor barley was 22.9%, the lowest for the predecessor fallow (4.7 and 5.8%), respectively, in the crops of the Mayskaya Yubileynaya and Almera varieties.

Keywords: soil structure, water resistance of soil aggregates, winter wheat, winter wheat varieties Mayskaya Yubileynaya and Almera.

Введение. Физические свойства почвы - важный, а иногда и решающий фактор формирования урожая сельскохозяйственных культур и эффективности различных приёмов их возделывания. Они выступают как определяющие факторы динамики почвенных процессов, поэтому их изучение - важнейший путь к повышению эффективности возделывания сельскохозяйственных культур.

Агрофизические показатели плодородия почвы имеют очень большое значение для сельского хозяйства [2]. Важно, чтобы каждый отдельно взятый почвенный агрегат обладал устойчивостью к размыву водой, тогда будут приостановлены процессы водной эрозии. Это

особенно актуально для Белгородской области, самой эродированной в Центрально-Черноземном регионе [4]

Хорошая структура позволяет пропускать в почву воду и воздух и обеспечивает корни водой и питательными веществами. Плохая структура почвы замедляет всхожесть семян, поступление воды и воздуха и корневое развитие, необходимые для роста и развития растений, и приводит к снижению урожайности [1].

Для агрономической оценки большое значение имеет зернистая и мелкокомковатая структура в диапазоне 0,25-10 мм. Эти агрегаты придают почвенной структуре ее уникальный вид и обуславливают почвенное плодородие [3].

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет водопрочность ее структуры, т.е. образование прочных, не размываемых в воде отдельных частей. Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим, механические свойства и т.д. Почвы, не имеющие такой структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы.

Водопрочность, т. е. способность противостоять размывающему действию воды, важнейшее свойство почвы в зонах активного проявления водной эрозии. К такой зоне относится вся территория Белгородской области, где более половины пашни является эрозионноопасной. Водопрочность изменяется в зависимости от гранулометрического состава почв и особенностей возделываемых культур [4].

Механические элементы почвы могут находиться в раздельно-частичном состоянии или быть объединены под влиянием различных причин в структурные отдельные части разной формы и размера.

Способность почвы распадаться на агрегаты называется структурностью почвы, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется почвенной структурой. В песчаных и супесчаных почвах механические элементы обычно находятся в раздельно-частичном состоянии, а суглинистые и глинистые почвы могут быть: структурными, бесструктурными и малоструктурными.

Материалы и методы. Исследования проводились с 2016 по 2020 год в условиях полевого опыта проблемной лаборатории селекции и промышленного семеноводства Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина. Почвенный покров участка представлен чернозёмом типичным среднемощным среднегумусным слабоэродированным тяжелосуглинистого механического состава. В пахотном слое содержалось гумуса 4,1%, рН_{сол} - 6,2, легкогидролизуемого азота 99,3 мг, подвижного фосфора 107,6 мг и обменного калия 93,5 мг/кг.

Схема многофакторного опыта 2 x 3 x 4 включает два сорта, три предшественника озимой пшеницы и четыре варианта обработки удобрениями.

Делянки в опыте размещены систематически в один ярус. Повторность опыта - трехкратная. Общая площадь делянки 25 м² (6,25x4). Учетная площадь делянки - 20 м² (5x4). Опыт развернут во времени и пространстве.

В опыте изучались три предшественника озимой пшеницы:

1. Чистый пар;
2. Горох;
3. Яровой ячмень.

Изучали два сорта озимой пшеницы.

Озимую пшеницу обрабатывали следующими препаратами:

1. Альбит – обработка семян при посеве – (фон);
2. Фон + Альбит по вегетации;
3. Фон + Полифид по вегетации;
4. Фон + Альбит совместно с Полифидом по вегетации.

Под озимую пшеницу проводили обработку почвы культиватором КПЭ-3,8 на глубину 12-14 см. При посеве общим фоном вносили по 1 ц/га азофоски (N₁₆P₁₆K₁₆). Весной на

всех вариантах опыта будут проводить подкормку аммиачной селитрой 1 ц/га (N₃₄) и ранневесеннее боронование средними боронами.

Учетную площадь делянки убирали прямым комбайнированием. Для уборки использовали комбайн “Сампо”. Урожай с делянки затаривали в мешки, взвешивали на весах и пересчитывали на 14% влажность и 100% чистоту.

В ходе исследований провели следующие наблюдения, учеты и анализы:

- структурно-агрегатный состав определяли методом сухого просеивания почвы по Саввинову на ситах с диаметром ячеек от 10 до 0,25 мм в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см по трём предшественникам и двум вариантам удобрений при посеве культуры, в период весеннего возобновления вегетации и в период уборки урожая озимой пшеницы;
- водоустойчивость определяли с помощью метода помещения почвенных агрегатов в чашки Петри с водой на 20 мин.;

Объект и предмет исследования: почва, удобрения, предшественники и растения разных сортов озимой пшеницы.

В зависимости от размеров структурных агрегатов, структура почвы делится на :

1. глыбистую – размер фракции более 10 мм.
2. макроструктура – размер от 10-0,25 мм.
3. микроструктура – размер менее 0,25 мм.

Макроструктура является агрономически ценной структурой.

Основная часть. Мы проводили определение почвенной структуры под озимой пшеницей при посеве, в фазу весеннего кушения и на период уборки урожая (табл. 1,2,3,4,5) .

Таблица 1 – Влияние предшественников озимой пшеницы на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности до посева, в среднем за 2016-2018гг.

Предшественники	Слои почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		Более 10	10-0,25	Менее 0,25	
Пар	0-10	15,6	73,9	10,5	2,94
	10-20	21,8	74,0	4,2	2,98
	20-30	20,0	75,3	4,7	3,53
	0-30	19,1	73,0	6,4	3,14
Горох	0-10	12,6	75,1	12,2	3,06
	10-20	27,7	67,8	4,4	2,21
	20-30	23,5	72,3	4,2	2,70
	0-30	21,2	71,8	7,0	2,64
Ячмень	0-10	16,5	74,1	9,4	2,95
	10-20	31,7	64,3	4,0	1,84
	20-30	26,3	70,2	3,4	2,49
	0-30	24,9	69,5	5,7	2,39

Анализируя данные структурного состояния почвы в среднем за 2016-2018 гг. до посева, выявлено, что в слое 0-10 см содержание глыбистой фракции составляет 15,6, 12,6 и 16,5 %, микроструктуры 10,5, 12,2 и 9,4%, а содержание макроструктуры составляет 73,9, 75,1 и 74,1%, коэффициент структурности 2,94, 3,06 и 2,95 по предшественникам пар, горох и ячмень соответственно. Эти данные свидетельствуют об отличном структурном состоянии изучаемого слоя почвы.

С увеличением глубины отбора образца до 10-20 и 20-30 см в почве увеличилось содержание глыбистой фракции, причем в слое 10-20 см отмеченные наибольшие показатели 21,8, 21,7 и 31,7% по предшественникам пар, горох и ячмень соответственно, содержание микроструктуры снижается в 2-3 раза, а содержание агрономически ценных агрегатов увеличилось до 75,3 % (коэффициент структурности 3,53) по предшественнику пар и снижалось до 67,8% (2,21) и 64,3% (1,84) по предшественникам горох и ячмень. Структурное состояние данного слоя почвы по результатам сухого просеивания является отличными.

В среднем в слое почвы 0-30 см. наибольший коэффициент структурности отмечен по предшественнику пар – 3,14, по предшественникам горох и ячмень он был на 17-24%,

наименьший коэффициент структурности отмечен по предшественнику ячмень 2,39. Однако, все показатели характеризуют как отличное структурное состояние.

Таблица 2 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности фаза кушения, 2017-2019гг.

Предшественники	Слой почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		Более 10	10-0,25	Менее 0,25	
Пар	0-10	12,0	78,9	9,1	3,74
	10-20	17,4	78,4	4,2	3,74
	20-30	16,8	79,5	3,6	4,32
	0-30	15,4	78,9	5,7	3,91
Горох	0-10	12,9	76,9	10,2	3,34
	10-20	15,9	80,0	4,1	4,37
	20-30	21,8	75,6	2,6	3,28
	0-30	16,8	77,6	5,6	3,63
Ячмень	0-10	13,5	77,0	9,5	3,51
	10-20	18,5	77,9	3,6	4,19
	20-30	14,9	80,9	4,2	4,74
	0-30	15,6	78,6	5,8	4,13

Таблица 3 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности фаза кушения, 2017-2019гг.

Предшественники	Слой почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		Более 10	10-0,25	Менее 0,25	
Пар	0-10	8,51	80,5	10,9	4,21
	10-20	14,1	80,2	4,1	4,84
	20-30	16,4	80,5	3,2	4,71
	0-30	13,0	81,0	6,0	4,56
Горох	0-10	16,0	75,7	8,3	3,19
	10-20	18,6	77,5	3,9	3,69
	20-30	17,3	78,9	3,8	4,16
	0-30	17,3	77,4	5,3	3,67
Ячмень	0-10	10,2	78,8	11,0	3,85
	10-20	17,9	78,0	4,1	4,04
	20-30	14,6	81,4	4,0	4,86
	0-30	14,2	79,5	6,4	4,20

Во 2 и 3 отбор (фаза кушения и уборка озимой пшеницы) в среднем за 2017-2019 гг. закономерность распределение структурных агрегатов по слоям и по фракциям сохраняется, однако наблюдается увеличение агрономически ценных агрегатов и соответственно и коэффициента структурности.

В фазу кушения озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в слое 0-30 см глыбистая фракция составила 15,4, 16,8 и 15,6%, микроструктура 5,7,5,6 и 5,8%, агрономически ценная структура 78,9 (3,91), 77,6 (3,63) и 78,6% (4,13) пар, горох и ячмень соответственно. В целом нужно отметить значительное улучшение структурного состояния почвы по предшественникам горох и ячмень Коэффициент структурности по этим предшественникам увеличился в 1,4 и 1,7 раз относительно посева, наибольший показатель отмечен по предшественнику ячмень 4,13.

В фазу кушения озимой пшеницы сорта Альмера в слое 0-30 см глыбистая фракция составила 13,0, 17,3 и 14,2%, микроструктура 6,0, 5,3 и 6,4%, агрономически ценная структура 81,0 (4,56), 77,4 (3,67) и 79,5% (4,2) по предшественникам пар, горох и ячмень соответственно. В целом нужно отметить значительное улучшение структурного состояния почвы по всем предшественникам. Коэффициент структурности увеличился в 1,4 - 1,7 раз относительно посева, наибольший показатель отмечен по предшественнику пар 4,56, а наибольшее увеличение (в 1,7 раз) по предшественнику ячмень – 4,2.

К уборке озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в среднем в слое 0-30 см структурное состояние почвы улучшается по сравнению с посевом, -*но ухудшается по сравнению со структурным состоянием в фазу кущения озимой пшеницы. Содержание агрономически ценной фракции составило 76,1% (3,25), 77,4% (3,43) и 74% (2,96). Наилучшие показатели отмечены по предшественнику горох.

Таблица 4 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности в период уборки, 2017-2019гг.

Предшественники	Слой почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		Более 10	10-0,25	Менее 0,25	
Пар	0-10	8,5	78,9	12,6	3,75
	10-20	17,5	77,9	4,6	3,57
	20-30	23,4	71,5	5,1	2,71
	0-30	16,4	76,1	7,4	3,25
Горох	0-10	10,8	76,9	12,3	3,36
	10-20	18,6	77,4	4,0	4,00
	20-30	21,0	73,1	5,8	2,85
	0-30	16,8	77,4	7,3	3,43
Ячмень	0-10	14,6	76,9	8,5	3,49
	10-20	25,3	71,2	3,4	2,58
	20-30	21,9	74,0	4,1	2,96
	0-30	20,6	74,0	5,4	2,96

Таблица 5 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности в период уборки, 2017-2019гг.

Предшественники	Слой почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		Более 10	10-0,25	Менее 0,25	
Пар	0-10	7,9	78,1	14,0	3,64
	10-20	20,9	72,6	6,5	2,77
	20-30	16,7	78,0	5,3	3,96
	0-30	15,1	76,3	8,5	3,66
Горох	0-10	10,7	76,8	12,6	3,36
	10-20	15,7	78,8	5,5	3,89
	20-30	20,1	74,4	5,5	3,08
	0-30	15,5	76,7	7,8	3,43
Ячмень	0-10	10,6	77,7	11,7	3,79
	10-20	23,8	70,7	5,5	2,58
	20-30	21,3	72,4	6,3	2,92
	0-30	18,5	73,6	7,8	3,05

К уборке озимой пшеницы сорта Альмера в среднем в слое 0-30 см структурное состояние почвы улучшается по сравнению с посевом, но ухудшается по сравнению со структурным состоянием в фазу кущения озимой пшеницы. Содержание агрономически ценной фракции составило 76,3% (3,66), 76,7% (3,43) и 73,6% (3,05). Наилучшие показатели отмечены по предшественнику пар.

В нашей Белгородской области, зоне активного проявления водной эрозии, важно не только наличие агрономически ценной структуры, но и ее водоустойчивость, способность сопротивляться размывающему действию воды.

Анализ водопрочности почвенных агрегатов до посева в среднем за 2016-2018 гг. показал, что в слое почвы 0-10 см по предшественникам горох и ячмень она характеризовалась как неудовлетворительная и составила 23,2 и 32,4%. По предшественнику пар водопрочность почвенных агрегатов была плохая – 16,5%.

С глубиной данный показатель снижался по всем предшественникам в 1,5-2 раза по пару, 2-3 раза по гороху и в 2-4 раза по ячменю и характеризовалась как плохая, так в среднем в слое 0-30 см она составила 11,8, 14,4 и 19,2% по предшественникам пар, горох и ячмень соответственно.

Водопрочность почвенных агрегатов в фазу кущения озимой пшеницы в среднем за 2017-2019 гг. в слое почвы 0-30 см по всем предшественникам характеризовались как плохие и составили по сорту Майская Юбилейная 10,3, 17,4, 18,2%, и 12, 15,4, 16% по сорту Альмера по предшественникам пар, горох и ячмень соответственно. Однако в слое 10-20 см по предшественникам горох и ячмень водопрочность почвенных агрегатов характеризовались неудовлетворительные – 22 и 20,5% по сорту Майская Юбилейная и 21,1 и 22,2 % по сорту Альмера (табл.6,7,8).

Таблица 6 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов перед посевом озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Предшественники	Слой почвы, см	Агрономически ценных фракций, (3-10 мм)			Среднее за 3 года
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Пар	0-10	22,3	13,9	13,3	16,5
	10-20	14,3	6,7	13,3	11,4
	20-30	13,3	3,3	6,1	7,6
	0-30	16,7	7,9	10,9	11,8
Горох	0-10	28,3	20,1	21,1	23,2
	10-20	1,7	12,8	22,8	12,4
	20-30	6,8	5,0	11,1	7,6
	0-30	12,3	12,6	18,3	14,4
Ячмень	0-10	39,0	20,5	37,8	32,4
	10-20	5,0	23,9	22,8	17,2
	20-30	2,7	6,1	15,0	7,9
	0-30	15,6	16,8	25,2	19,2

Таблица 7 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов перед посевом озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная, % (2017-2019 гг.)

Предшественники	Слой почвы, см	Агрономически ценных фракций, (3-10 мм)			Среднее за 3 года
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Фаза кущения					
Пар	0-10	9,0	7,2	12,2	9,5
	10-20	11,0	8,3	11,1	10,1
	20-30	7,8	12,8	13,3	11,3
	0-30	9,3	9,4	12,2	10,3
Горох	0-10	15,0	8,9	27,8	17,2
	10-20	20,5	16,1	29,3	22,0
	20-30	8,8	5,5	24,9	13,1
	0-30	14,8	10,2	27,3	17,4
Ячмень	0-10	9,5	10,5	35,0	18,3
	10-20	12,7	14,5	34,4	20,5
	20-30	3,8	20,0	23,3	15,7
	0-30	8,7	15,0	30,9	18,2
В период уборки урожая					
Пар	0-10	17,7	6,7	33,3	19,2
	10-20	19,0	16,7	36,6	24,1
	20-30	11,7	3,3	21,6	12,2
	0-30	16,1	8,9	30,5	18,5
Горох	0-10	14,3	14,5	32,7	20,5
	10-20	20,5	35,0	30,0	28,5
	20-30	15,5	14,4	27,2	19,0
	0-30	16,8	21,3	29,9	22,7
Ячмень	0-10	24,3	11,7	28,3	21,4
	10-20	20,5	18,9	37,7	25,7
	20-30	19,5	17,8	27,2	21,5
	0-30	21,5	16,1	31,0	22,9

К периоду уборки урожая водопрочность почвенных агрегатов в слое почвы 0-30 см по предшественникам горох и ячмень характеризовались как неудовлетворительные и составили по сорту Майская Юбилейная - 22,7, 22,9%, и 21,3, 22,9% по сорту Альмера. По

предшественнику пар – 18,5 и 17,1% по Майской Юбилейной и Альмере соответственно и характеризуется как плохая, однако по сорту Майская Юбилейная в слое 10-20 см, а по сорту Альмера в слое почвы 0-10см водопрочность почвенных агрегатов характеризуется как неудовлетворительная и составила 24.1 и 21,7%.

Таблица 8 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов перед посевом озимой пшеницы сорта Альмера, % (2017-2019 гг.)

Предшест- венники	Слой почвы, см	Агрономически ценных фракций (3-10 мм)			Среднее за 3 года
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Фаза кущения					
Пар	0-10	6,0	5,0	16,6	9,2
	10-20	15,0	9,4	20,0	14,8
	20-30	7,7	8,9	18,4	11,7
	0-30	9,6	7,7	18,6	12,0
Горох	0-10	7,7	8,3	25,5	13,8
	10-20	11,0	16,1	36,1	21,1
	20-30	6,2	7,2	21,2	11,5
	0-30	8,3	10,5	27,5	15,4
Ячмень	0-10	9,5	15,6	16,6	13,9
	10-20	21,0	15,0	30,5	22,2
	20-30	1,0	18,3	16,1	11,8
	0-30	10,5	16,3	21,1	16,0
В период уборки					
Пар	0-10	19,5	12,2	33,3	21,7
	10-20	12,7	17,8	22,2	17,6
	20-30	14,5	10,5	11,1	12,0
	0-30	15,5	13,5	22,2	17,1
Горох	0-10	31,2	10,0	29,4	23,5
	10-20	19,3	25,0	34,4	26,2
	20-30	11,7	9,4	21,6	14,2
	0-30	20,7	14,8	28,4	21,3
Ячмень	0-10	25,7	13,3	22,2	20,4
	10-20	21,7	23,3	32,7	25,9
	20-30	10,7	24,4	32,8	22,6
	0-30	19,3	20,3	29,2	22,9

Заключение. В целом можно отметить, что наибольшая водопрочность почвенных агрегатов была по предшественнику ячмень (22,9%), наименьшая по предшественнику пар (4,7 и -5,8%) по Майской Юбилейной и Альмере соответственно.

Библиография

1. Кузнецова Л.Н. Комплекс агроприемов как фактор регулирования почвенного плодородия / Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин // Белгород: Изд-во БелГСХА, 2014. – 135 с.
2. Линков С.А. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с., ил.
3. Морозова Т.С. Оценка агроэкологического состояния чернозёма типичного в условиях юго-западной части ЦЧР /Т.С.Морозова, С.А. Линков, С.Д. Лицуков, Е.Ю. Колесниченко //Вестник аграрной науки ФГБОУ ВО Орловского государственного аграрного университета им. Н.В. Парахина. – 2019. – №. 6(81). – С. 23-28
4. Litsukov S D. Heavy metals accumulation in vegetable crop grown on typical chernozem soils /S D Litsukov, A V Akinchin, S A Linkov, A V Shiryayev , L N Kuznetsova//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 421. – 2020 doi:10.1088/1755-1315/421/6/062042 (WoS)

References

1. Kuznetsova L.N. Complex of agricultural practices as a factor of regulation of soil fertility / L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin // Belgorod: BelGSKhA Publishing House, 2014. -- 135 p.
2. Linkov S.A. Change in soil fertility depending on the factors of intensification of agriculture: monograph / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryayev - Belgorod: Publishing house of the Belgorod State Agrarian University, 2016. -- 197 p., Ill.

3.Morozova T.S. Assessment of the agroecological state of typical chernozem in the conditions of the south-western part of the Central Black Sea region / T.S. Morozova, S.A. Linkov, S.D. Litsukov, E.Yu. Kolesnichenko // Bulletin of Agrarian Science of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Oryol State Agrarian University. N.V. Parakhina. - 2019. - No. 6 (81). - S. 23-28

4.Litsukov S D. Heavy metals accumulation in vegetable crop grown on typical chernozem soils /S D Litsukov, A V Akinchin, S A Linkov, A V Shiryayev , L N Kuznetsova//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 421. – 2020 doi:10.1088/1755-1315/421/6/062042 (WoS)

Сведения об авторах

Ширяева Наталья Викторовна, лаборант кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056739117, E-mail: shir9218@yandex.ru

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064, E-mail: slyshinkova@yandex.ru

Романцова Ирина Егоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, эколог ЗАО «Скороднянское» Губкинского района Белгородской области, тел. +79507188601, E-mail: zaoromantsova@mail.ru

Information about authors

Shiryayeva Natalya Viktorovna, laboratory assistant of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina

Shiryayev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, tel. +79056739117, E-mail: shir9218@yandex.ru

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, tel. +79056727064, E-mail: slyshinkova@yandex.ru

Romantsova Irina Egorovna, Candidate of Agricultural Sciences, ecologist of ZAO Skorodnyanskoe, Gubkinsky District, Belgorod Region, tel. +79507188601, E-mail: zaoromantsova@mail.ru

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 331.08

В.Л. Аничин, Г.И. Худобина, Н.Ю. Яковенко

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ
АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Система управления персоналом помимо субъекта и объекта управления включает инструменты управленческих воздействий, которые по мере научно технического прогресса и эволюции экономических отношений пополняются новыми элементами. Многие новшества привносятся в практику агропромышленных предприятий извне. Источником и инициатором инноваций выступают производители средств производства для сельского хозяйства и государственные учреждения, разрабатывающие и реализующие программы поддержки и развития отечественной экономики. Последнее в полной мере относится к концепции бережливого производства, целесообразность внедрения которой в практику российских предприятий прописана в Паспорте национального проекта (программы) «Производительность труда и поддержка занятости», утвержденном президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам 24.12.2018 г. Не следует ни преувеличивать, ни приуменьшать возможности, которые открывает внедрение элементов бережливого производства. Концепция бережливого производства, несмотря на все преимущества, которые обеспечивает ее внедрение в систему управления персоналом, не является исчерпывающей моделью, охватывающей все аспекты функционирования агропромышленных предприятий и продуктовых подкомплексов. Тем не менее, применение элементов бережливого производства позволит решить значимый комплекс задач повышения эффективности агропромышленного производства.

Ключевые слова: управление персоналом, бережливое производство, производительность труда, человеческие ресурсы, текучесть кадров.

PROSPECTS FOR IMPLEMENTING LEAN PRODUCTION ELEMENTS IN THE PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEM OF AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract. The personnel management system, in addition to the subject and object of management, includes tools for management actions, which are supplemented with new elements as scientific and technological progress and the evolution of economic relations. Many innovations are introduced to the practice of agro-industrial enterprises from the outside. The source and initiator of innovation are producers of agricultural inputs and government agencies that develop and implement programs to support and develop the domestic economy. The latter fully applies to the concept of lean production, the feasibility of implementing it in the practice of Russian enterprises is spelled out in the Passport of the national project (program) "Labor productivity and employment support", approved by the Presidium of the presidential Council for strategic development and national projects on 24.12.2018. We should not exaggerate or downplay the opportunities offered by the introduction of lean manufacturing elements. The concept of lean production, despite all the advantages that its integration into the personnel management system provides, is not an exhaustive model that covers all aspects of the functioning of agro-industrial enterprises and product sub-complexes. However, the use of lean production elements will allow us to solve a significant set of tasks to improve the efficiency of agro-industrial production.

Keywords: personnel management, lean manufacturing, labor productivity, human resources, staff turnover.

Введение. Актуальность внедрения элементов бережливого производства в систему управления персоналом агропромышленных предприятий вызвана перманентной потребностью повышения производительности труда в аграрном секторе экономики, который ежегодно теряет значительное количество человеческих ресурсов. С. Андросов и Ю. Кострова в связи с этим отмечают, что повышение производительности труда является необходимым условием эффективного развития, как отдельного предприятия, так и общества в целом, что обусловлено сокращением численности экономически активного населения вследствие демографических изменений. Особенно остро эта проблема стоит в АПК, так как в сельской местности численность населения снижается более высокими темпами, чем в городской, а потребности в получении высококачественной продовольственной продукции увеличиваются. Поэтому изучение факторов и направлений повышения производительности труда в аг-

ропромышленном производстве не теряет своей актуальности и требует дополнительной проработки [2].

Практическая реализация концепции бережливого производства может послужить действенным фактором повышения производительности труда, поскольку она предлагает комплекс методов и инструментов по всем направлениям деятельности, позволяющий производить товары и оказывать услуги в минимальные сроки и минимальными затратами с требуемым потребителем качеством. Внедрение элементов бережливого производства в практику деятельности сельскохозяйственного предприятия предполагает соответствующую подготовку персонала и управление им.

Возникновение и развитие концепции бережливого производства тесно связаны с теорией и практикой менеджмента и научной организации производства. В первых рядах развития научной организации производства стояли такие советские ученые, как А.К. Гастев, П.М. Керженцев, Н.А. Витке, Е.Ф. Розмирович, О.А. Ерманский, И.М. Бурдянский.

О.Н. Мельников и Н.А. Ганькин, обобщив отечественный опыт в области научной организации производства и возможности его использования с позиций бережливого производства, считают, что ключевое отличие отечественной (советской) школы организации производства от западной заключается в том, что основным фактором, подлежащим научному изучению, являлся человеческий фактор. Именно в этом состоит принципиальное отличие советской школы от американской, которая в то время занимала главенствующие позиции в области организации производства, благодаря талантливым исследованиям Ф. Тейлора, Ф. Гилбрета, Г. Форда и др., ставившим во главу угла фактор увеличения капитала. Данное отличие не удивительно, если вспомнить, что противоборствующие стороны «исповедовали» две диаметрально противоположные идеологии: социализм и капитализм [4].

В настоящее время интерес к идеям научной организации труда возвращается под видом концепции бережливого производства.

Исходя из принципов бережливого производства, то есть ресурсосбережения, а также инновационной направленности в экономике, Е.С. Авдеева выделяет следующие категории резервов: 1) упущенные производственные возможности – производственные потери; 2) инновационные резервы [1].

И.С. Пулин отмечает, что инновационные технологии играют важную роль в повышении производительности на предприятиях и увеличении валового внутреннего продукта страны. Каждый день появляются новые технологии, способствующие улучшению экономической обстановки и повышению конкурентоспособности предприятий и страны в целом [7].

Н.В. Парушина, О.А. Овчинникова и А.А. Микитухо обращают внимание на то, что сельскохозяйственное производство в силу низкой эффективности организации процессов, высокого уровня затрат, непредсказуемости влияния факторов внешней среды, связанных с политическими, экономическими и природными условиями, производства продуктов потребления населением требует проработки и применения экономичных бережливых технологий ресурсопотребления [5].

Внедрение элементов бережливого производства в практику сельскохозяйственного предприятия также является инновацией, относящейся к организационному типу. Такого рода инновация требует длительной и кропотливой работы по обучению и переподготовке персонала. Важно не только формально организовать процесс обучения персонала. Д.И. Салимгареев акцентирует внимание на медиативных технологиях, как действенных мерах поддержки модели бережливого производства. Основная его идея – показать возможность создания условий для вовлечения сотрудников в процессы, снижающие ресурсное потребление. Первичным для модели бережливого производства, является работник, как связующее звено между руководителем и потребителем продукции [8].

Следовательно, важным этапом внедрения элементов бережливого производства в практику хозяйственно-коммерческой деятельности предприятия является обучение и подготовка персонала по соответствующим программам. Кроме того, параллельно необходимо

формировать у работников предприятия чувство сопричастности к расходованию ресурсов организации и получаемым экономическим результатам.

Основным показателем производительности труда, используемым для оценки деятельности предприятий – участников национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости», служит добавленная стоимость в расчете на одного занятого [6].

Предметом управления в системе менеджмента бережливого производства выступает поток создаваемой ценности. То есть имеет место совпадения предметных областей повышения производительности труда и концепции бережливого производства.

Согласно ГОСТ Р 56020–2014, к основным инструментам бережливого производства относят:

- стандартизацию работы: точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных задач, минимальное количество запасов для выполнения работы;

- организацию рабочего пространства (5S): сортировка вещей на нужные и ненужные и избавление от последних; соблюдение порядка; содержание рабочего места в чистоте и опрятности; стандартизация – необходимое условие для выполнения первых трёх правил; самодисциплина – воспитание привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций;

- картирование потока создания ценности (VSM): визуализированное описание потока создания ценности. Создаётся карта потока создания ценности, которая позволит чётко определить время создания ценности и существующие потери;

- визуализацию: Расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы таким образом, чтобы они были четко видимы, и чтобы каждый участник производственного процесса моментально мог оценить состояние системы;

- быструю переналадку (SMED): процесс переналадки производственного оборудования для перехода от производства одного вида детали к другому за максимально короткое время;

- защиту от непреднамеренных ошибок (рока-юке): организационные и инженерные приемы, позволяющие исполнителю при работе избежать ошибок;

- канбан: средство информирования, с помощью которого дается разрешение или указание на производство или передачу изделий в производстве, организованном по принципу вытягивания;

- всеобщее обслуживание оборудования (TPM): система обслуживания оборудования, направленная на повышение эффективности его использования за счет предупреждения и устранения потерь на протяжении всего жизненного цикла оборудования.

Изложенный перечень содержит традиционные для бережливого производства инструменты. Каждой организации следует определить собственный набор инструментов и методы их применения для достижения своих целей [3].

Кроме того, следует расширить предметную область концепции бережливого производства за счет включения в нее мер борьбы с потерями человеческих ресурсов агропромышленных предприятий. Экономические потери от текучести кадров заметно снижают рентабельность субъектов аграрной экономики.

Изложение основного материала исследований и их обсуждение. Исследование выполнено на материалах СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района Белгородской области и данных Росстата о демографической ситуации в сельских поселениях, в границах которых СПК «Колхоз имени Горина» и его дочерние организации осуществляют производственную деятельность.

Демографическая ситуация в указанных сельских поселениях в значительной мере характеризуется динамикой численности сельского населения.

Тенденцию изменения совокупной численности населения в Бессоновском и Щетиновском сельских поселениях Белгородского района иллюстрирует график, представленный

на рисунке 1. Судя по уравнению регрессии, среднее ежегодное уменьшение численности населения в указанных поселениях составляло за 2011-2019 гг. 21,5 чел.

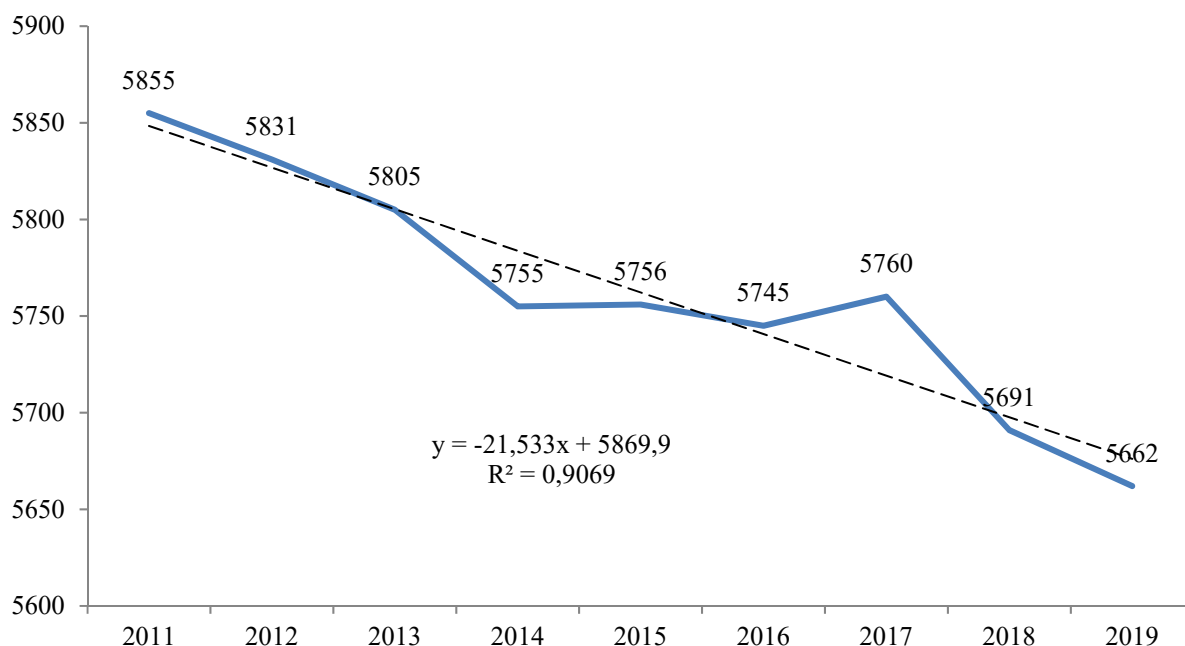


Рис. 1. Динамика совокупной численности населения в Бессоновском и Щетиновском сельских поселениях Белгородского района на начало года, чел.

Территория Бессоновского и Щетиновского сельских поселений составляет основу хозяйственного пространства СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района Белгородской области. Поэтому отмеченная тенденция в изменении численности сельского населения ухудшает базу для воспроизводства человеческих ресурсов, ориентированных на трудовую деятельность в аграрной экономике.

В таблице 1 представлены результаты расчетов, которые показывают, что в совокупности сельских поселений, входящих в хозяйственное пространство СПК «Колхоз имени Горина» темпы снижения численности сельского населения выше, чем в целом по Белгородской области.

Таблица 1 – Сравнение темпов снижения численности сельского населения

Годы, показатели	Белгородская область	Сельские поселения СПК «Колхоз имени Горина»	В т. ч.	
			Бессоновское	Щетиновское
2011	518446	5855	4847	1008
2012	515695	5831	4821	1010
2013	514500	5805	4799	1006
2014	512677	5755	4762	993
2015	511759	5756	4750	1006
2016	510498	5745	4715	1030
2017	507886	5760	4738	1022
2018	505366	5691	4679	1012
2019	503626	5662	4657	1005
Линейный тренд	-1761,23	-21,53	-22,58	1,05
Средняя численность населения	511161,4	5762,2	4752,0	1010,2
Тренд к средней, %	-0,345	-0,374	-0,475	0,104

Чтобы обеспечить сопоставимость данных о динамике численности сельского населения были выполнены следующие вычислительные действия в разрезе сравниваемых территорий: 1) рассчитан линейный тренд численности населения за 2011-2019 гг.; 2) рассчитана многолетняя средняя численность населения; 3) линейный тренд соотнесен со среднегодовой численностью населения. Последний показатель позволяет сравнивать динамику численности населения по различным территориям.

Возможность внедрения обусловлена индивидуальными особенностями предприятия. Так, применительно к СПК «Колхоз имени Горина» и зависимым от него предприятиям, предпосылкой внедрения служит организационно-производственное строение агропромышленного формирования, которое ориентировано на обслуживание потока добавленной стоимости, приобретающего окончательную денежную форму в результате реализации мясной продукции конечному потребителю, а в перспективе и реализации молочной продукции, если намерения по строительству цеха переработки молока будут осуществлены.

Движение потока добавленной стоимости иллюстрирует рисунок 2.

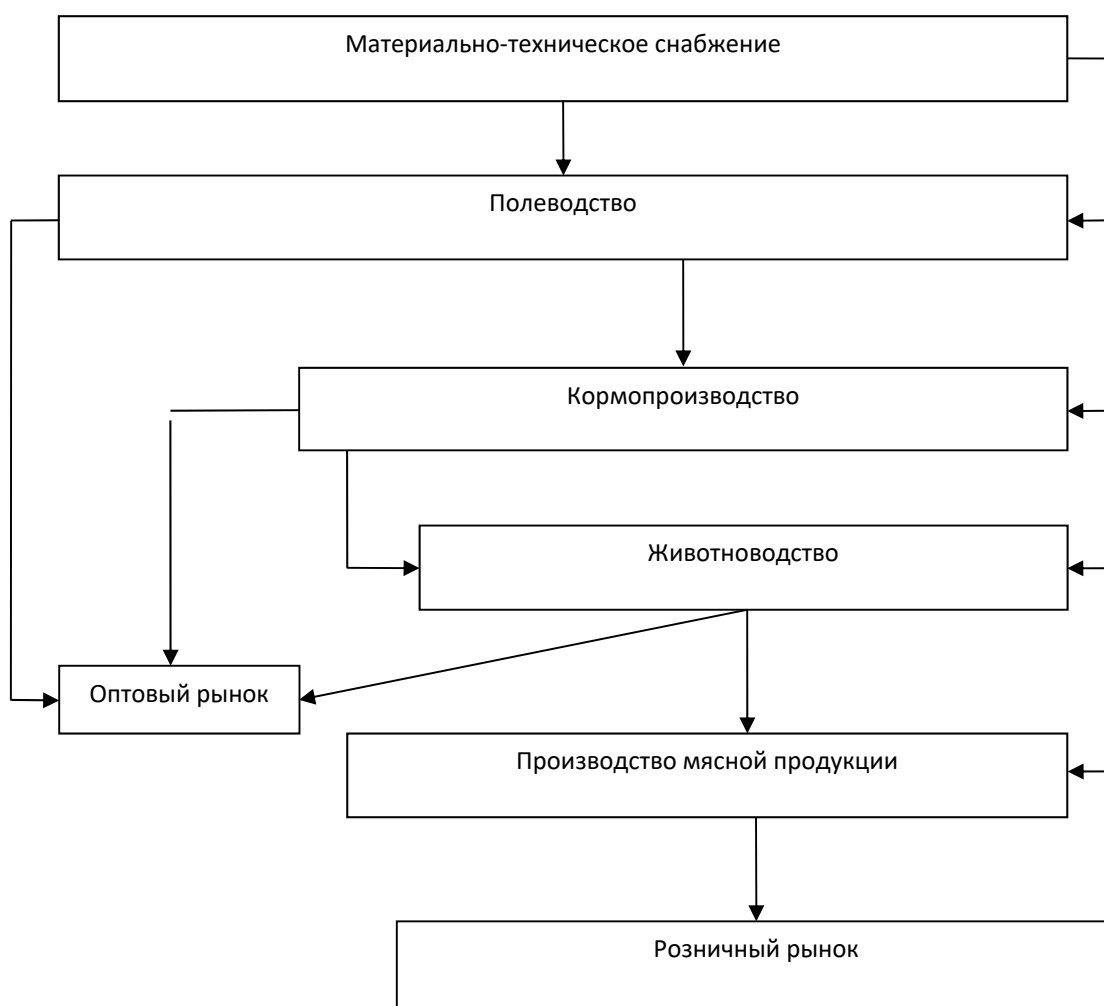


Рис. 2. Поток добавленной стоимости в агрохолдинге СПК «Колхоз имени Горина»

Поток добавленной стоимости начинает формироваться в полеводческих подразделениях СПК «Колхоз имени Горина» (участки Бесоновский, Солохинский и Щетиновский), которые выращивают сельскохозяйственные культуры и производят зерно, семена подсолнечника, зеленую массу однолетних и многолетних трав, кукурузы, овощи и картофель. Основная масса этой продукции используется в кормопроизводстве для получения комбикорма, силоса, сенажа, сена и зеленого корма.

Кормопроизводство является вторым после полеводства центром создания добавленной стоимости. Произведенные корма используются в животноводстве для производства молока и выращивания живой массы свиней и КРС. Животноводство является третьим центром финансовой ответственности. Живая масса свиней и крупного рогатого скота реализуется в ООО «Мясокомбинат «Бессоновский», который выступает четвертым центром финансовой ответственности агрохолдинга. Пятым и заключительным центром финансовой ответственности служит розничная сеть ООО «ТД Горин продукт», в которой мясная продукция, поступившая от мясокомбината, реализуется конечному потребителю.

Таким образом, очевидна экономико-технологическая взаимосвязь перечисленных центров финансовой ответственности. Ошибки в планировании и организации производства в любом центре финансовой ответственности влекут потери добавленной стоимости, созданной в предшествующих центрах, и упущенные возможности для последующих центров.

Внедрение элементов бережливого производства в систему управления персоналом имеет своей целью сведение к минимуму потерь добавленной стоимости, которая уже создана, и которую можно получить еще.

Потери добавленной стоимости могут быть (а) от перепроизводства продукции по сравнению со спросом и (б) от недопроизводства продукции до имеющегося спроса на нее.

Работы по внедрению элементов бережливого производства в систему управления персоналом целесообразно рассматривать как организационный проект. Проектный подход позволяет наилучшим образом распорядиться ограниченными ресурсами для достижения экономически и социально значимых целей. Кроме того, представление проекта как комплекса взаимосвязанных работ с конкретными сроками начала и завершения, позволяет контролировать ход работ и оперативно реагировать на возникающие отклонения.

Этапы проекта внедрения элементов бережливого производства представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы проекта внедрения элементов бережливого производства (БП)

Этап	Что необходимо сделать	Итог этапа
Инициация предложения	Убедить руководство предприятия в необходимости и возможности внедрения элементов бережливого производства	Положительное решение аппарата управления о внедрении БП и его политическая поддержка
Подготовка	Сформировать рабочую группу. Определить поток добавленной стоимости – объект приложения БП	Рабочая группа. Оценка масштаба проекта.
Планирование	Определить сроки реализации проекта, виды работ, взаимосвязи работ, потребность в ресурсах	Календарный план работ, использования ресурсов, вехи проекта.
Обучение персонала, формирующего поток добавленной стоимости	Осуществить подготовку и обучение персонала. Сформировать у работников менталитет корпоративного собственника применяемых ресурсов	Повышение квалификации, приобретение навыков и приемов БП, усвоение философии БП, повышение трудовой и финансовой дисциплины
Организация работы по внедрению БП	Выделение ресурсов, создание центров финансовой ответственности. Обоснование порядка установления трансфертных цен.	Эффект от взаимодействия хозяйственной самостоятельности и финансовой ответственности подразделений.
Оценка результатов реализации проекта	Определить денежные потоки, порожденные проектом. Дать экономическую и социальную оценку проекта.	Выводы о целесообразности реализации проекта. Предложения по развитию проекта.

Каждый из указанных в табл. 2 этапов является обязательным. Так, без поддержки руководства предприятия, без его убежденности в целесообразности проекта, внедрение элементов бережливого производства в полном объеме будет невозможным. В свою очередь, отсутствие у персонала необходимых знаний, умения и понимания необходимости применения приемов бережливого производства, будет препятствовать реализации проекта не меньше чем безразличие аппарата управления.

Организация центров финансовой ответственности предусматривает следующие действия: 1) наделение центра пространственными (земельными), человеческими, материально-техническими и финансовыми ресурсами; 2) доведение до руководителей центров условий получения и передачи материальных, денежных и информационных потоков; 3) определение границ (размеров) материальной ответственности за невыполнение требований по количеству (объему) и качеству продукции и работ.

Основным положением концепции бережливого производства является подчинение деятельности предприятия рыночному спросу. В условиях агрохолдинга это положение реализуется подчинением деятельности мясокомбината требованиям торгового дома. Мясокомбинат, в свою очередь, транслирует требования цеху животноводства СПК «Колхоз имени Горина». Животноводческие подразделения запрашивают продукцию комбикормового завода.

Успех внедрения элементов бережливого производства в систему управления агрохолдингом в конечном итоге будет зависеть от того как будет фактически действовать персонал. Если он будет обучен и мотивирован, успех обеспечен.

Деятельность по подготовке персонала включает в себя несколько этапов (табл. 3).

Таблица 3 – Этапы подготовки персонала и их содержание

Этап	Содержание
Планирование	<p>Определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - состав компетенции в области БП; - методы оценки и текущий уровень компетентности в области БП; - потребность в подготовке на основе состава компетенции и текущего уровня компетентности работников; - состав участников процесса подготовки; перечень программ подготовки в соответствии с составом компетенции; - ресурсы, в том числе бюджет подготовки; критерии (требования) к процедуре выбора поставщиков услуг по подготовке персонала; - результаты предыдущей деятельности по подготовке персонала; - критерии оценки результативности и эффективности системы подготовки
Проведение подготовки	<p>Разрабатываются планы подготовки по каждой конкретной теме в соответствии с программой подготовки.</p> <p>Определяются формы и методы подготовки, обеспечивающие ее результативность.</p> <p>Выбираются поставщики подготовки; организуется процесс подготовки.</p> <p>Проводится подготовка персонала по разработанным учебным планам.</p> <p>Обеспечивается обратная связь от заинтересованных сторон для получения оперативной информации о результативности выполнения плана подготовки и осуществления оперативных действий</p>
Оценка результатов	<p>Проводится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - мониторинг функционирования системы подготовки персонала в области БП; - анализ данных, полученных по результатам мониторинга из различных источников; - оценка результативности процесса подготовки
Улучшение	<p>Исходя из результатов оценки, разрабатываются мероприятия по совершенствованию системы подготовки персонала в области БП</p>

В зависимости от выполняемой деятельности (роли) и степени участия в системе управления на принципах бережливого производства, работникам следует обладать соответствующими компетенциями.

Федеральный и региональные центры компетенций, созданные в соответствии с национальным проектом «Производительность труда и поддержка занятости», проводят обучение сотрудников предприятий методам повышения производительности труда с использованием инструментов бережливого производства по всей производственной цепочке создания стоимости.

Выполненные расчеты показывают, что ожидаемый годовой эффект от обучения сотрудников по программе бережливого производства и последующего повышения производительности труда составляет 67,2 млн. руб.

Добавленная стоимость создается в результате трудовой деятельности, содержание и объем которой прямо зависят от объема и качества человеческих ресурсов. Отсюда следует, что необходимо не только совершенствовать организацию труда, но и предотвращать сверхнормативные потери человеческих ресурсов, которые имеют место в связи с излишней текучестью кадров. Для этого целесообразно там, где это возможно распространить методы бережливого производства на сферу управления количеством и качеством человеческих ресурсов предприятия.

Важным этапом в расширении предметной области бережливого производства является создание и поддержание базы данных о движении человеческих ресурсов предприятия, а применительно к агропромышленному формированию – корпоративной базы данных. В первую очередь необходимо систематизировать информацию о движении человеческих ресурсов.

Использование данных формы федерального статистического наблюдения № П-4 (НЗ) для анализа движения человеческих ресурсов показывает, что такого рода документ и создаваемые на его основе базы данных будут иметь ограниченное значение для целей управления персоналом, поскольку указанная форма в части причин выбытия работников списочного состава отражает не все основания прекращения трудового договора, предусмотренные Трудовым кодексом Российской Федерации, а одна из причин выбытия работников списочного состава «в связи с сокращением численности работников» и вовсе не имеет аналога в ТК РФ (табл. 4).

Таблица 4 – Соотношение положений ТК РФ и формы № П-4 (НЗ) по основаниям расторжения трудового договора и выбытия работников

Основания прекращения трудового договора в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации [9]	Причины выбытия работников списочного состава согласно форме № П-4 (НЗ) [10]
соглашение сторон	по соглашению сторон
истечение срока трудового договора	
инициатива работника	по собственному желанию
инициатива работодателя	×
перевод работника по его просьбе или с его согласия на работу к другому работодателю или переход на выборную работу (должность)	×
отказ работника от продолжения работы в связи со сменой собственника имущества организации, с изменением подведомственности (подчиненности) организации либо ее реорганизацией, с изменением типа государственного или муниципального учреждения	×
отказ работника от продолжения работы в связи с изменением определенных сторонами условий трудового договора	×
отказ работника от перевода на другую работу, необходимого ему в соответствии с медицинским заключением, либо отсутствие у работодателя соответствующей работы	×
отказ работника от перевода на работу в другую местность вместе с работодателем	×
обстоятельства, не зависящие от воли сторон	×
нарушение установленных ТК РФ или иным федеральным законом правил заключения трудового договора, если это нарушение исключает возможность продолжения работы	×
×	в связи с сокращением численности работников

В соответствии с Указаниями по заполнению формы федерального статистического наблюдения № П-4 (НЗ), в численность выбывших работников списочного состава включаются все работники, оставившие работу в отчетном квартале в данной организации незави-

симо от оснований: расторжение трудового договора по инициативе работника; по инициативе работодателя; истечение срока трудового договора или срочного трудового договора; по соглашению сторон; призыв или поступление на военную службу; перевод работника с его согласия в другую организацию (юридическое лицо или обособленное подразделение) или переход на выборную должность и другое, уход или перевод которых оформлен приказом (распоряжением), а также выбывшие в связи со смертью.

По строке 09 показывается численность работников списочного состава, выбывших из организации в связи с расторжением трудового договора по соглашению сторон трудового договора.

По строке 10 показывается численность уволенных работников в связи с сокращением численности или штата работников организации.

По строке 12 показывается численность выбывших по собственному желанию. Включаются работники списочного состава, выбывшие из организации в следующих случаях: по инициативе работника; избрание на должности, замещаемые по конкурсу; переезд в другую местность; перевод супруга в другую местность, за границу; зачисление в образовательную организацию, аспирантуру или клиническую ординатуру; увольнение по собственному желанию в связи с выходом на пенсию; необходимость ухода за больными членами семьи или инвалидами I группы; увольнение по собственному желанию беременных женщин, женщин, имеющих детей в возрасте до трех лет, одиноких матерей, воспитывающих ребенка в возрасте до 14 лет (ребенка-инвалида до 18 лет) [10].

Из приведенного материала следует, что число уволенных по инициативе работодателя не выделяется отдельной строкой (очевидно под это зарезервирована строка 11).

В связи с этим можно лишь предполагать о реальных причинах движения человеческих ресурсов, при том, что имеют место закономерности в этих процессах. Так, динамика квартального коэффициента оборота по выбытию (рис. 3) свидетельствует о наличии сезонности в выбытии человеческих ресурсов. Более всего увольняется работников в III квартале, когда оканчиваются сезонные работы. Наиболее стабильна численность работников в I квартале и IV квартале.

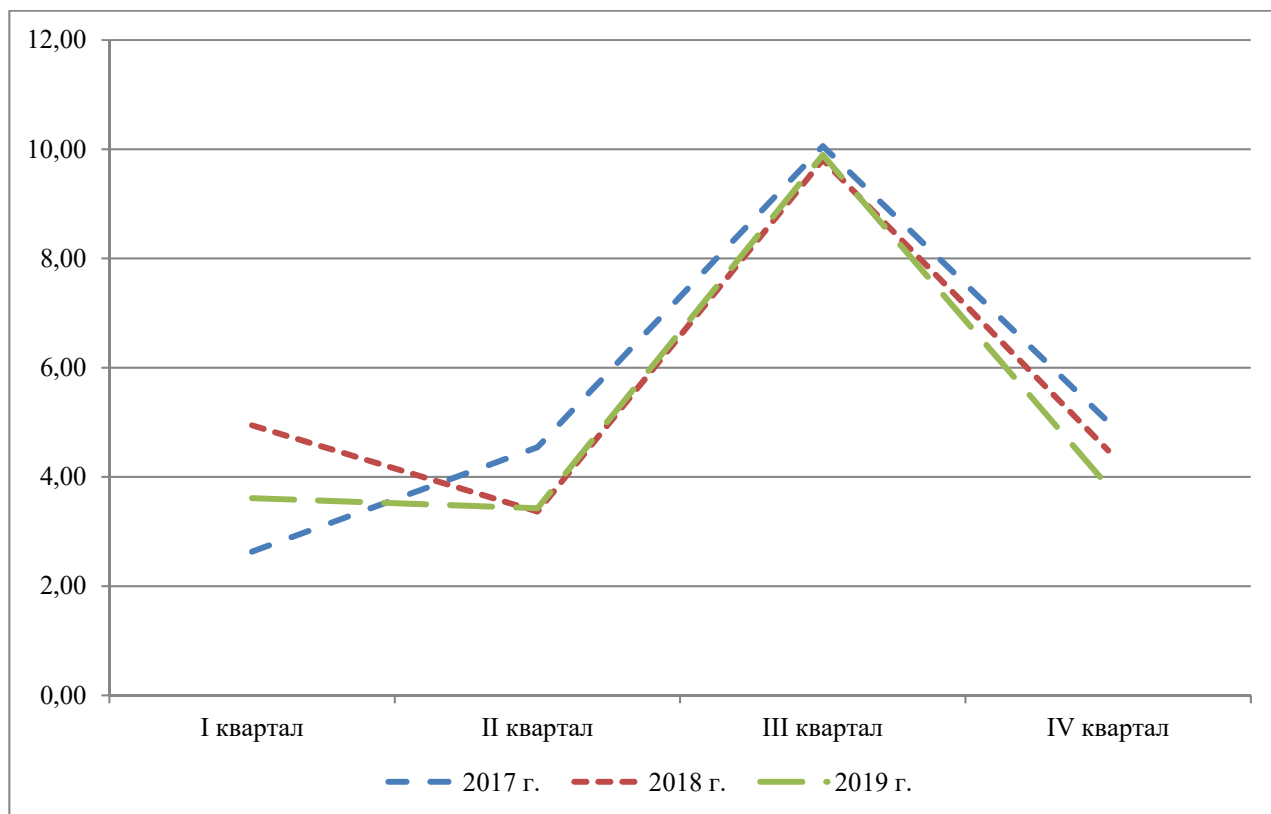


Рис. 3. Динамика квартального коэффициента оборота по выбытию, %

Во II квартале выбывших примерно такое же число как в I квартале и IV квартале, но в этот период начинается прием на работу сезонных работников, что подтверждается динамикой квартального коэффициента оборота по приему, которая представлена на рисунке 4.

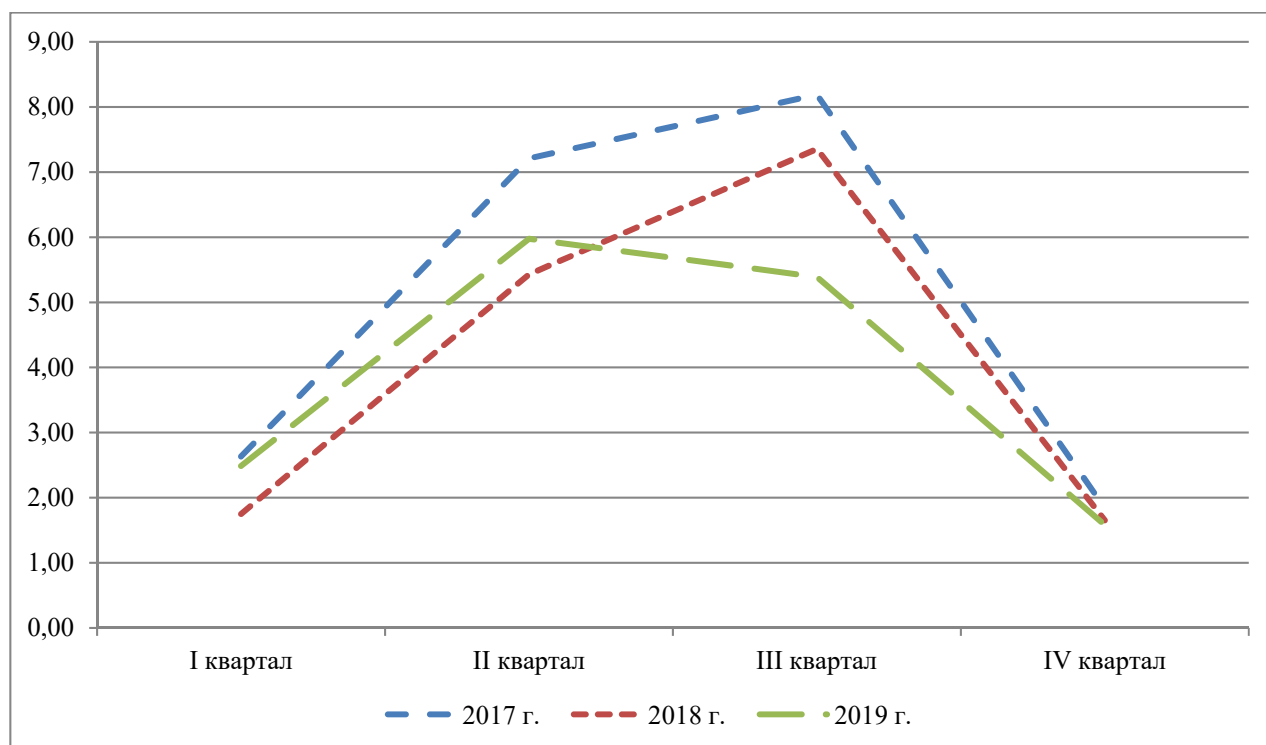


Рис. 4. Динамика квартального коэффициента оборота по приему, %

Обозначенный в форме № П-4 (НЗ) перечень причин выбытия работников списочного состава не охватывает все число выбывших, о чем свидетельствуют данные таблицы 5.

В I квартале 2019 г. число выбывших работников по неуказанным причинам составило 6 человек (13,3% от общего числа выбывших в этом квартале), а в III квартале уже 52 человека (42,3%). Очевидно, что в последнем случае многие работники выбыли в связи с окончанием трудовых договоров, заключенных для выполнения сезонных работ.

Таблица 5 – Сведения о выбывших работниках по данным формы № П-4 (НЗ) в 2019 г.

Наименование показателей	№ строки в форме	кварталы			
		I	II	III	IV
Численность выбывших работников списочного состава - всего	08	45	43	123	46
из них:					
по соглашению сторон	09	1	0	0	0
в связи с сокращением численности работников	10				
по собственному желанию	12	38	35	71	28
Численность выбывших работников списочного состава по причинам, не указанным в форме № П-4 (НЗ)	08-09-10-12	6	8	52	18

Таким образом, форма № П-4 (НЗ) мало информативна и не позволяет сформировать базу данных для полноценного анализа движения человеческих ресурсов ни на отдельно взятом предприятии ни в каком-либо регионе или отрасли народного хозяйства.

На рисунке 5 представлено предложение по содержанию блока «Сведения о выбытии работников списочного состава» корпоративной базы данных о движении человеческих ресурсов.

		Даты		Итого за I квартал
Сведения о выбытии работников списочного состава, чел				
01	Выбыло, всего			
	в т. ч.:			
02	по соглашению сторон			
03	в связи с истечением срока трудового договора			
04	по инициативе работника			
05	по инициативе работодателя			
06	перевод или переход работника на другую работу (должность)			
07	отказ работника от продолжения работы в связи со сменой собственника или реорганизацией			
08	отказ работника от продолжения работы в связи с изменением определенных сторонами условий трудового договора			
09	отказ работника от перевода на другую работу, необходимого ему в соответствии с медицинским заключением, либо отсутствие у работодателя соответствующей работы			
10	отказ работника от перевода на работу в другую местность вместе с работодателем			
11	обстоятельства, не зависящие от воли сторон			
	из них:			
12	призыв работника на военную службу или направление на альтернативную гражданскую службу			
13	восстановление на работе работника, ранее выполнявшего эту работу, по решению государственной инспекции труда или суда			
14	административное наказание, исключающее возможность исполнения работником обязанностей по трудовому договору			
15	осуждение работника к наказанию, исключающему продолжение прежней работы			
16	признание работника полностью неспособным к трудовой деятельности в соответствии с медицинским заключением			
17	смерть работника			
18	наступление чрезвычайных обстоятельств, препятствующих продолжению трудовых отношений			

Рис. 5. Фрагмент формы базы данных о движении человеческих ресурсов – блок «Сведения о выбытии работников списочного состава»

Предлагаемый блок позволит объективно анализировать движение человеческих ресурсов, в частности вести мониторинг текучести кадров.

Заметим, что распространенная в настоящее время программная система «1С: Предприятие» рассчитывает коэффициент текучести кадров как отношение количества уволенных сотрудников к среднесписочной численности сотрудников [11], что методически не верно. То есть фактически система «1С: Предприятие» рассчитывает коэффициент оборота рабочей силы по выбытию и квалифицирует результат как коэффициент текучести кадров.

Применительно к макету, представленному на рис. 5, коэффициент текучести кадров должен быть рассчитан как количество выбывших работников, указанных в строках 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 14, 15, к среднесписочной численности работников за соответствующий период.

Расчеты показывают, что годовой экономический эффект от снижения текучести человеческих ресурсов с 20% до 13,3% составит 1162,9 тыс. руб.

Выводы. Внедрение элементов бережливого производства актуально для всех российских предприятий, в том числе агропромышленных, и представляет собой организационную инновацию. Необходимость внедрения обусловлена потребностями в устойчивом социально-экономическом развитии предприятия, выражающемся в расширенном воспроизводстве в экологической, социальной и экономической сферах, что сопровождается увеличением потока добавленной стоимости и ростом показателей эффективности производственно-коммерческой деятельности.

Внедрение элементов бережливого производства в систему управления персоналом должно быть комплексным, охватывать не только производственный процесс, но и сферу управления количеством и качеством человеческих ресурсов предприятия.

Интегральный эффект от внедрения элементов бережливого производства в систему управления персоналом представляет собой сумму эффекта от повышения производительности труда и эффекта от предотвращения чрезмерной текучести человеческих ресурсов.

Библиография

1. Авдеева Е.С. Применение концепции бережливого производства к вспомогательной подсистеме промышленного предприятия / Е.С. Авдеева // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10. № 2. С. 355-364.
2. Андросов С. Факторы роста производительности труда в АПК / С. Андросов, Ю. Кострова // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. 2020. № 2. С. 16-21.
3. ГОСТ Р 56020–2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь. - М.: Стандартинформ, 2014. – 33 с.
4. Мельников О.Н. Отечественный опыт в области научной организации производства и возможности его использования с позиций бережливого производства / О.Н. Мельников, Н.А. Ганькин // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2018. Т. 9. № 4. С. 530-545.
5. Парушина Н.В. Показатели производства, затрат и прибыли в бережливом управлении деятельностью сельскохозяйственных предпринимательских структур / Н.В. Парушина, О.А. Овчинникова, А.А. Микитухо // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 2. № 1. С. 160-165.
6. Паспорт национального проекта (программы) «Производительность труда и поддержка занятости» / (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16) [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319210/
7. Пулин И.С. Инновационные подходы к повышению производительности труда на предприятии / И.С. Пулин // В сборнике: Управление производительностью: опыт и проблемы нижегородских предприятий Сборник научных трудов. Под общей редакцией В.М. Матиашвили. 2020. С. 201-206.
8. Салимгареев Д.И. Медиативная технология как инструмент интеграции модели бережливого производства / Д.И. Салимгареев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. 2020. № 2 (101). С. 85-90.
9. Трудовой кодекс Российской Федерации / ФЗ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=340339&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.8372810268637967#06331504741503049>
10. Указания по заполнению формы федерального статистического наблюдения № П-4 (НЗ) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.formy-i-blanki.ru/statistika/p-4-nz>
11. 1С Зарплата и Управление Персоналом 2.5 [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://helpf.pro/faq/view/1574.html>

References

1. Avdeeva E.S. Primenenie koncepcii berezhlivogo proizvodstva k vspomogatel'noj podsysteme promyshlennogo predpriyatiya / E.S. Avdeeva // Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. 2020. T. 10. № 2. S. 355-364.
2. Androsov S. Faktory rosta proizvoditel'nosti truda v APK / S. Androsov, YU. Kostrova // Normirovanie i oplata truda v sel'skom hozyajstve. 2020. № 2. S. 16-21.
3. GOST R 56020–2014 Berezhlivoe proizvodstvo. Osnovnye polozheniya i slovar'. - M.: Standartinform, 2014. – 33 s.
4. Mel'nikov O.N. Otechestvennyj opyt v oblasti nauchnoj organizacii proizvodstva i vozmozhnosti ego ispol'zovaniya s pozicij berezhlivogo proizvodstva / O.N. Mel'nikov, N.A. Gan'kin // MIR (Modernizaciya. Innovacii. Razvitie). 2018. T. 9. № 4. S. 530-545.
5. Parushina N.V. Pokazateli proizvodstva, zatrat i pribyli v berezhlivom upravlenii deyatel'nost'yu sel'sko-hozyajstvennyh predprinimatel'skih struktur / N.V. Parushina, O.A. Ovchinnikova, A.A. Mikituhov // Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya. 2017. T. 2. № 1. S. 160-165.
6. Paspport nacional'nogo proekta (programmy) «Proizvoditel'nost' truda i podderzhka zanyatosti» / (utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i nacional'nym proektam, protokol ot 24.12.2018 N 16) [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319210/
7. Pulin I.S. Innovacionnye podhody k povysheniyu proizvoditel'nosti truda na predpriyatii / I.S. Pulin // V sbornike: Upravlenie proizvoditel'nost'yu: opyt i problemy nizhegorodskih predpriyatij Sbornik nauchnyh trudov. Pod obshchej redakciej V.M. Matiashvili. 2020. S. 201-206.

8. Salimgareev D.I. Mediativnaya tekhnologiya kak instrument integracii modeli berezhlivogo proizvodstva / D.I. Salimgareev // *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki*. Seriya: Poznanie. 2020. № 2 (101). S. 85-90.

9. Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii / FZ ot 30.12.2001 № 197-FZ (red. ot 16.12.2019) [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=340339&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.8372810268637967#06331504741503049>

10. Ukazaniya po zapolneniyu formy federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya № P-4 (NZ) [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <http://www.formy-i-blanki.ru/statistika/p-4-nz>

11. IS Zarplata i Upravlenie Personalom 2.5 [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <https://helpf.pro/faq/view/1574.html>

Сведения об авторах

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+79038860493, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Худобина Галина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: galja4561@mail.ru

Яковенко Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: nata.jackovencko2010@yandex.ru.

Information about authors

Anichin Vladislav Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79038860493, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Khudobina Galina Ivanovna, 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», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: galja4561@mail.ru

Yakovenko Natalya Yuryevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: nata.jackovencko2010@yandex.ru.

УДК 332.1

В.Л. Аничин, А.И. Худобин

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Аннотация. Региональное экономическое пространство является важнейшим объектом управления. Качество жизни населения региона во многом зависит от состояния и развития экономического пространства. В целях управления социально-экономическим развитием региона экономическое пространство следует трактовать как ресурсные и институциональные возможности экономической деятельности, которые измеряются количеством располагаемых ресурсов, фактическим и потенциальным объемом производства, фактическим и ожидаемым размером доходов. Основными факторами, определяющими параметры экономического пространства, являются институты, располагаемые производственные ресурсы, географические особенности, деятельность органов власти и хозяйствующих субъектов. Развитие регионального экономического пространства выражается в положительных количественных и качественных изменениях, включая рост объемов производства, увеличение числа видов деятельности организаций, повышение уровня занятости населения, расширенное воспроизводство денежного, физического и человеческого капитала. Важно различать оценку эффективности развития регионального экономического пространства, выполняемую по многолетним данным и по данным за несколько лет. В первом случае основными показателями будут те, которые отражают качество жизни региона. Во втором случае на первый план выходят показатели, отражающие явления, предопределяющие последующие повышение качество жизни населения. Эффективность пространственного развития региона следует рассматривать в двух аспектах: 1) степень достижения целей пространственного развития; 2) соотношение полученных результатов пространственного развития и затраченных на это ресурсов.

Ключевые слова: экономическое пространство, регион, развитие, оценка эффективности.

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT EFFICIENCY OF THE REGIONAL ECONOMIC SPACE

Abstract. The regional economic space is the most important object of management. The quality of life in the region largely depends on the state and development of the economic space. In order to manage the socio-economic development of the region, the economic space should be interpreted as resource and institutional opportunities for economic activity, which are measured by the amount of available resources, the actual and potential volume of production, the actual and expected size of income. The main factors that determine the parameters of the economic space are institutions, available production resources, geographical features, the activities of government bodies and economic entities. The development of the regional economic space is expressed in positive quantitative and qualitative changes, including an increase in production volumes, an increase in the number of types of activities of organizations, an increase in the level of employment of the population, an expanded reproduction of monetary, physical and human capital. It is important to distinguish between the assessment of the effectiveness of the development of the regional economic space, carried out according to long-term data and according to data for several years. In the first case, the main indicators will be those that reflect the quality of life in the region. In the second case, the indicators that reflect the phenomena that predetermine the subsequent increase in the quality of life of the population come to the fore. The effectiveness of the spatial development of the region should be considered in two aspects: 1) the degree of achievement of the goals of spatial development; 2) the ratio of the results of spatial development and the resources spent on it.

Keywords: economic space, region, development, efficiency assessment.

Введение. При том, что вопросам пространственного развития регионов посвящено множество публикаций и принят ряд нормативных документов, определяющих стратегию и направления пространственного развития Российской Федерации, имеется немало пробелов методического и теоретического характера, без устранения которых нельзя выстроить технологию эффективного развития регионального пространства.

По мнению В.Н. Василенко, на сегодняшний день в региональной экономике отсутствует такое определение экономического пространства, которое бы носило универсальный характер. Данное обстоятельство актуализирует поиск наиболее общих конструктивных элементов, которые бы обеспечивали универсальную формулировку определения экономического пространства [1]. Аналогичного мнения придерживаются К.Е. Гришин и др. [2]. При этом В.Н. Василенко, рассматривая содержательную сторону экономического пространства, выделяет следующие его основные элементы: хозяйство, население, экономические связи и территория. Хозяйственная составляющая представлена структурой экономики, поселенческая – опорным каркасом расселения, экономически-связевая – территориально-отраслевым

управлением деятельности юридических и физических лиц, территориальная составляющая – установленными административными границами [1]. П.А. Минакир и А.Н. Демьяненко, соотнося термины «территория» и «пространство», отмечают, что первый описывает экономические явления и процессы в географическом пространстве, а второй – абстрактное пространство, то есть пространство экономических агентов и взаимоотношений между ними [4]. Н.И. Фащевский и др. определяют экономическое пространство как хозяйственную систему, развитие которой взаимообусловлено связями между природой и обществом и экономическими отношениями между субъектами предпринимательства, а региональное экономическое пространство как полиструктурную системную совокупность ресурсов и субъектов хозяйствования и отношений между ними, формирующие соответствующие сферы деятельности в процессе экономического воспроизводства, обеспечивающие общественное производство, обмен, распределение и потребление материальных благ и услуг для потребностей общества [8].

П.А. Минакир, оценивая перспективы пространственного развития экономического пространства России, рассматривает две модели экономического пространства: пространство-матрица и пространство-вектор. Пространственная матрица представляет собой множество характеристик (показателей) экономического и социального характера, регистрируемых в каждой точке и/или определенным образом ограниченной области пространства, совокупность которых образует общенациональные значения соответствующих характеристик. Пространственный вектор подразумевает разложение национального макроэкономического агрегата в административном пространстве или «свертку» макроэкономического агрегата (агрегатов) субъектов Федерации в национальный агрегат (агрегаты). Стратегия развития пространства-матрицы сводится к перераспределению общественных экономических ресурсов в пользу «экономически и социально угнетенных» субъектов Федерации при сосредоточении основной их части в критически важных с точки зрения обороны и геополитики субъектах Федерации. Стратегия развития пространства-вектора сводится к сосредоточению экономических ресурсов, в наиболее продуктивных, а соответственно, экономически и социально успешных, точках/областях пространства, что обеспечит ускорение экономического роста национальной экономики и повышение уровня его качества, что включает в себя структурную модернизацию внутреннего производства и экспорта [4]. И в одном, и в другом случае развитие экономического пространства региона следует рассматривать во взаимодействии с развитием других регионов.

Изложение основного материала исследований и их обсуждение. Существует два рациональных способа получить относительно универсальное определение термина «региональное экономическое пространство». Первый способ опирается на смысловое значение слов «экономика», «пространство» и «регион». Если исходить из того, что экономика – это совокупность средств, включая материальные и нематериальные объекты, используемые для обеспечения жизнедеятельности людей, а регион – «часть территории Российской Федерации в границах территории субъекта Российской Федерации» [6], то региональное экономическое пространство (или экономическое пространство региона) – это многомерная структура, включающая материальные и нематериальные объекты, сформированная природными силами и человеческой деятельностью и обслуживающая экономические интересы населения субъекта Российской Федерации.

Второй способ предполагает два действия: 1) получение ответа на вопрос, в чем состоит предназначение термина; 2) описание содержания термина, исходя из предназначения последнего. Как отмечают Н.А. Трусов и др., одной из причин неопределённости социально-экономических систем является неоднозначность понимания одних и тех же терминов разными людьми, формирующими управленческие решения [12]. Поэтому, если предназначение термина состоит в использовании его в управлении социально-экономическим развитием региона, то региональное экономическое пространство должно быть представлено как явление, поддающийся измерению, характеризующееся ролью в развитии региона и факторами, влияющими на его параметры. В данном контексте экономическое пространство региона – это

ресурсные и институциональные возможности экономической деятельности на территории региона.

Возможности экономической деятельности могут быть измерены количеством располагаемых ресурсов, фактическим и потенциальным объемом производства, фактическим и ожидаемым размером доходов.

Основными факторами, определяющими параметры экономического пространства, являются институты, располагаемые производственные ресурсы, географические особенности, деятельность органов власти и хозяйствующих субъектов (рис. 1).

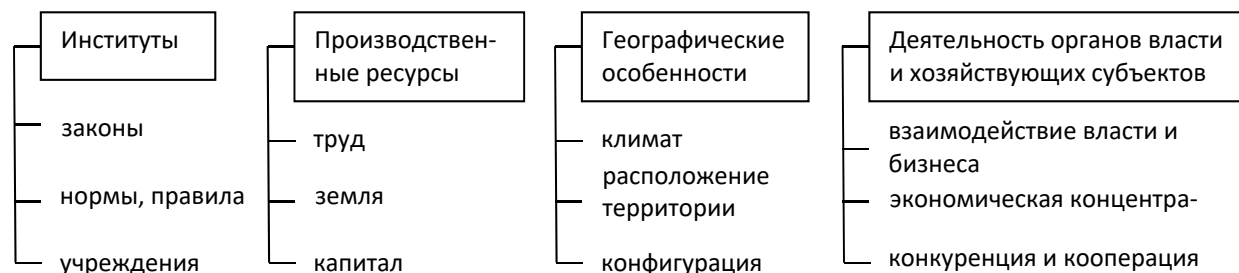


Рис. 1. Основные факторы, определяющие экономическое пространство региона

А.Н. Демьяненко считает, что в настоящее время одним из наиболее востребованных институтов является региональное стратегическое управление [3]. Если оценивать продуктивность регионального стратегического управления по многолетней динамике оборота организаций (табл. 1), то можно утверждать о наличии заметных различий в качестве стратегического управления даже между соседними регионами (например, Калужская и Смоленская области; Тамбовская и Липецкая области).

Таблица 1 – Динамика оборота организаций в регионах ЦФО за 2005-2018 гг.

Регионы ЦФО	Среднегодовой оборот организаций, млрд руб.	Линейный тренд, млрд руб.	Отношение линейного тренда к среднегодовому обороту, %
Калужская область	568	84,9	14,9
Тамбовская область	182	23,2	12,7
г. Москва	25118	3084,8	12,3
Московская область	5515	656,7	11,9
Воронежская область	602	70,5	11,7
Белгородская область	819	89,3	10,9
Курская область	304	31,8	10,5
Владимирская область	390	40,6	10,4
Рязанская область	292	29,4	10,1
Тульская область	566	57,4	10,1
Брянская область	225	21,7	9,7
Смоленская область	231	22,1	9,6
Липецкая область	550	51,7	9,4
Орловская область	157	13,8	8,7
Костромская область	121	9,8	8,1
Тверская область	283	20,4	7,2
Ярославская область	447	30,9	6,9
Ивановская область	131	7,7	5,9

Отношение линейного тренда к среднегодовому обороту организаций региона в данном случае выступает критерием, позволяющим сопоставлять динамику явления в регионах с различным размером экономического пространства.

Требуется уточнения также содержание термина «пространственное развитие». В Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г., под пространственным развитием понимается «совершенствование системы расселения и территориальной организации экономики, в том числе за счет проведения эффективной государственной политики регионального развития» [7]. Л.А. Третьякова и А.С. Астахин рассматривают понятие пространственного развития с переходом от одной пространственной организации территории к другой, полагая, что пространственная организация представляет собой населенные пункты и связи между ними, производственные системы и природопользование, связанное многоуровневым стратегическим управлением». Целью пространственного развития территорий является построение пространственной организации с оптимальной структурой на конкретной территории [11]. А.В. Суворова отмечает, что особенностью пространственного развития является изменение организации пространства, его структурных характеристик; развитие территории связано с изменением ее физических границ; территориальное развитие представляет собой комплекс разнонаправленных изменений (включающий в себя процессы, связанные с пространственным развитием) [10].

По моему мнению, пространственное развитие региона в его неизменных географических границах выражается в положительных количественных и качественных изменениях в экономической, социальной и экологической сферах. В экономической сфере – это рост объемов производства, увеличение числа видов деятельности коммерческих и некоммерческих организаций, повышение уровня занятости населения, расширенное воспроизводство капитала, включая все его разновидности (денежного, физического, человеческого), изменения в размещении производительных сил. Обобщенно пространственное развитие региона в области экономики – это расширение и изменение структуры хозяйственного пространства.

От состояния экономического пространства и направлений его развития зависят текущее и будущее качество жизни населения региона. Важнейшим индикатором качества жизни служит динамика численности населения (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика среднегодовой численности населения в регионах ЦФО за 2005-2018 гг.

Регионы ЦФО	Среднегодовая численность населения, тыс. чел.	Линейный тренд, тыс. чел.	Отношение линейного тренда к среднегодовой численности населения, %
г. Москва	11736,8	137,82	11,74
Московская область	7108,4	55,46	7,80
Белгородская область	1534,8	3,33	2,17
Воронежская область	2338,5	-2,02	-0,86
Калужская область	1013,2	-0,99	-0,98
Ярославская область	1280,8	-3,51	-2,74
Липецкая область	1170,1	-3,73	-3,19
Курская область	1134,4	-4,83	-4,26
Рязанская область	1152,2	-5,62	-4,88
Владимирская область	1432,0	-8,95	-6,25
Смоленская область	983,3	-6,33	-6,44
Ивановская область	1056,2	-7,03	-6,66
Тульская область	1547,1	-10,37	-6,71
Костромская область	667,1	-4,52	-6,78
Брянская область	1265,9	-9,81	-7,75
Орловская область	782,7	-6,07	-7,76
Тверская область	1346,1	-10,70	-7,95
Тамбовская область	1084,0	-8,70	-8,02

При том, что между показателями динамики оборота организаций региона и численности населения имеет место статистически значимая прямая связь ($r = 0,478$; $p = 0,045$), об-

ращает на себя внимание контраст между лидирующим местом Тамбовской области по динамике оборота организаций и последним местом по динамике численности населения.

Эффективность пространственного развития региона следует рассматривать в двух аспектах: 1) степень достижения целей пространственного развития; 2) соотношение полученных результатов пространственного развития и затраченных на это ресурсов. И в одном, и в другом случае измерение эффективности пространственного развития региона сопряжено с рядом методических трудностей. Так оценка достижения поставленных целей, как мера эффективности проводимой политики (стратегии) пространственного развития является адекватной, если поставленные цели удовлетворяют комплексу требований.

Один из стандартных подходов к постановке целей – SMART включает пять критериев, согласно которым цель должна быть конкретной (specific), измеримой (measurable), достижимой (achievable), реальной (realistic) и ориентированная во времени (timed). Формулировка, содержащаяся в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: «целью пространственного развития Российской Федерации является обеспечение устойчивого и сбалансированного пространственного развития Российской Федерации, направленного на сокращение межрегиональных различий в уровне и качестве жизни населения, ускорение темпов экономического роста и технологического развития, а также на обеспечение национальной безопасности страны» [7] не удовлетворяет большинству из указанных выше критериев. Также не отвечает указанным критериям вся совокупность подцелей и задач, обозначенных в Стратегии. Следовательно, оценивать эффективность политики пространственного развития возможно здесь лишь косвенно, измеряя и анализируя темпы сокращения межрегиональных различий в уровне и качестве жизни населения, экономического роста и технологического развития регионов.

Оценка эффективности пространственного развития региона путем соотнесения полученных результатов и затрат ресурсов будет адекватной лишь в том случае, если известно какие именно ресурсы и в каком объеме были затрачены и, что полученные результаты являются эффектом применения этих ресурсов, а не действия каких-либо других факторов.

Выводы. Таким образом, для оценки эффективности развития регионального экономического пространства наиболее практичным решением является использование информации о состоянии и динамике качества жизни населения, поскольку высокий уровень качества жизни служит основной целью управления пространственным развитием. Следует различать оценку эффективности развития регионального экономического пространства, выполняемую по многолетним данным и по данным за несколько лет. В первом случае основными показателями, характеризующими развитие экономического пространства, будут те, которые отражают качество жизни региона (средняя продолжительность жизни, динамика численности населения, доля населения с уровнем дохода, превышающим прожиточный минимум). Во втором случае показателями первого плана будут те, которые отражают явления, предопределяющие последующее повышение качества жизни населения.

Библиография

1. Василенко В.Н. Экономическое пространство и формы пространственной организации хозяйства и населения / В.Н. Василенко // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 3: Общественные науки. 2017. Т. 32. № 3. С. 55-63.
2. Гришин К.Е. Экономическое пространство: подходы к исследованию и форма представления / К.Е. Гришин, О.Б. Казакова, Н.А. Кузьминых, В.М. Тимирьянова // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2020. № 3 (153). С. 4-10.
3. Демьяненко А.Н. Регион и экономическое пространство / А.Н. Демьяненко // Регионалистика. 2018. Т. 5. № 3. С. 5-12.
4. Минакир П.А. Экономическое пространство современной России и подходы к его исследованию (статья первая) / П.А. Минакир, А.Н. Демьяненко // Регионалистика. 2017. Т. 4. № 1. С. 5-14.
5. Минакир П.А. Российское экономическое пространство: стратегические тупики / П.А. Минакир // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 4. С. 967-980.
6. Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года / Указ Президента РФ от 16.01.2017 N 13 [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210967/

7. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года / Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 N 207-р (ред. от 31.08.2019) [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/6b411467393776e01cbff569935e2beba3c02df2/
8. Региональная экономика : тексты лекций / Ольшанская А.В., Фащевский Н.И., Белоконов И.В. и др.; под общ. ред. Н.И. Фащевского, А.В. Ольшанской. – К. : КНЭУ, 2010. – 187 с.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат.– М., 2019. – 1204 с.
10. Суворова А.В. Пространственное развитие: содержание и особенности / А.В. Суворова // Journal of New Economy. 2019. Т. 20. № 3. С. 51-64.
11. Третьякова Л.А. Пространственное развитие территорий: состояние, тенденции, комплексный подход к оценке дифференциации регионов (территорий) / Л.А. Третьякова, А.С. Астахин // Вестник университета. 2020. № 4. С. 107-114.
12. Трусов Н.А. О необходимости создания технологии семантического анализа терминов в интересах задач управления / Н.А. Трусов, И.В. Башелханов, А.И. Иванус, Н.Н. Заличев, П.А. Костиков, А.Д. Каратеев, С.В. Мартынов // Хроноэкономика. 2017. № 3 (5). С. 15-22.

References

1. Vasilenko V.N. Ekonomicheskoe prostranstvo i formy prostranstvennoj organizacii hozyajstva i naseleniya / V.N. Vasilenko // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Obshchestvennye nauki. 2017. T. 32. № 3. S. 55-63.
2. Grishin K.E. Ekonomicheskoe prostranstvo: podhody k issledovaniyu i forma predstavleniya / K.E. Grishin, O.B. Kazakova, N.A. Kuz'minyh, V.M. Timir'yanova // Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskij zhurnal. 2020. № 3 (153). S. 4-10.
3. Dem'yanenko A.N. Region i ekonomicheskoe prostranstvo / A.N. Dem'yanenko // Regionalistika. 2018. T. 5. № 3. S. 5-12.
4. Minakir P.A. Ekonomicheskoe prostranstvo sovremennoj Rossii i podhody k ego issledovaniyu (stat'ya pervaya) / P.A. Minakir, A.N. Dem'yanenko // Regionalistika. 2017. T. 4. № 1. S. 5-14.
5. Minakir P.A. Rossijskoe ekonomicheskoe prostranstvo: strategicheskie tupiki / P.A. Minakir // Ekonomika regiona. 2019. T. 15. № 4. S. 967-980.
6. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoj politiki regional'nogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda / Ukaz Prezidenta RF ot 16.01.2017 N 13 [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210967/
7. Ob utverzhdenii Strategii prostranstvennogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda / Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 13.02.2019 N 207-r (red. ot 31.08.2019) [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/6b411467393776e01cbff569935e2beba3c02df2/
8. Regional'naya ekonomika : teksty lekcij / Ol'shanskaya A.V., Fashchevskij N.I., Belokon' I.V. i dr.; pod obshch. red. N.I. Fashchevskogo, A.V. Ol'shanskoj. – K. : KNEU, 2010. – 187 s.
9. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sb. / Rosstat.< М., 2019. < 1204 s.
10. Suvorova A.V. Prostranstvennoe razvitie: sodержание i osobennosti / A.V. Suvorova // Journal of New Economy. 2019. T. 20. № 3. S. 51-64.
11. Tret'yakova L.A. Prostranstvennoe razvitie territorij: sostoyanie, tendencii, kompleksnyj pod-hod k ocenke differenciacii regionov (territorij) / L.A. Tret'yakova, A.S. Astahin // Vestnik universiteta. 2020. № 4. S. 107-114.
12. Trusov N.A. O neobhodimosti sozdaniya tekhnologii semanticheskogo analiza terminov v interesah zadach upravleniya / N.A. Trusov, I.V. Bashelhanov, A.I. Ivanus, N.N. Zalichev, P.A. Kostikov, A.D. Karateev, S.V. Martynov // Hronoekonomika. 2017. № 3 (5). S. 15-22.

Сведения об авторах

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+79038860493, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Худобин Артем Игоревич, аспирант кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: artemkhudobin@yandex.ru

Information about authors

Anichin Vladislav Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79038860493, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Khudobin Artem Igorevich, postgraduate student of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: artemkhudobin@yandex.ru

УДК 331.08

И.В. Ващейкин

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГИОНОВ ЦФО ПО СТРУКТУРЕ РЫНКОВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК

Аннотация. Развитие региональных социально-экономических систем во многом определяется рыночной активностью хозяйствующих субъектов, размерами и структурой рынка. Рынок в общем случае представляет собой совокупность покупателей и продавцов, между которыми происходит взаимодействие по поводу купли-продажи товаров и услуг. Рынок закупок для государственных и муниципальных нужд характеризуется, прежде всего, составом покупателей, перечень которых определяют федеральные законы ФЗ-44 и ФЗ-223. Доля этого рынка в Российской Федерации в 2018 г. составила 16,3% от совокупного оборота организаций. Проведенное исследование показало, что между регионами Центрального федерального округа имеют место значимые различия по ряду показателей этого рынка, включая объемы размещенных контрактов по ФЗ-44, заключенных договоров по ФЗ-223, соотношение стоимости контрактов и договоров, динамика объемов контрактов, договоров и их соотношения. Установлено, что в разрезе регионов за 2015-2019 гг. между динамикой размещения контрактов и динамикой заключения договоров отсутствует статистически значимая связь. Это объясняется наличием региональных особенностей развития рынков закупок для государственных и муниципальных нужд. Выполненная классификация позволила выделить четыре группы регионов: 1) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и аналогичной тенденцией; 2) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-223; 3) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и аналогичной тенденцией; 4) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-44.

Ключевые слова: классификация регионов, рынок закупок, ФЗ-44, ФЗ-223, структура рынка.

CLASSIFICATION OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS BY THE STRUCTURE OF PUBLIC PROCUREMENT MARKETS

Abstract. The development of regional socio-economic systems is largely determined by the market activity of economic entities, the size and structure of the market. The market is generally a collection of buyers and sellers who interact about the purchase and sale of goods and services. The procurement market for state and municipal needs is characterized primarily by the composition of buyers, the list of which is determined by Federal laws FL-44 and FL-223. The share of this market in the Russian Federation in 2018 was 16.3% of the total turnover of organizations. The study showed that there are significant differences between the regions of the Central Federal district in a number of indicators of this market, including the volume of contracts placed under FL-44, concluded contracts under FL-223, the ratio of the cost of contracts and contracts, the dynamics of the volume of contracts, contracts and their ratio. It was found that in the context of regions for 2015-2019, there is no statistically significant relationship between the dynamics of contract placement and the dynamics of contract conclusion. This is due to the presence of regional peculiarities in the development of procurement markets for state and municipal needs. A classification has allowed to identify four groups of regions: 1) regions with predominance amount of transactions on FL-44 and a similar trend; 2) regions with predominance amount of transactions on FL-44 and a trend increase in the share of transactions for FL-223; 3) regions with a predominance of the value of transactions on the FL-223 and similar trend; 4) regions with a predominance of the value of transactions on the FL-223 and a trend increase in the share of deals on FL-44.

Keywords: classification of regions, procurement market, FL-44, FL-223, market structure.

Введение. Рынок закупок для государственных и муниципальных нужд представляет собой важный инструмент регулирования экономики страны на всех ее уровнях: от муниципального до федерального. По мнению Ш.Н. Гатиятулина, сущность общественных закупок заключается в регулируемой законодательством деятельности по приобретению продукции (услуг) с максимальной эффективностью и с минимальными расходами для обеспечения функционирования государства и воздействия на определенные сегменты национальной экономики [2]. Действующая Федеральная контрактная система в сфере государственных закупок функционирует в России с 1 января 2014 г. Она призвана комплексно улучшить положение дел в сфере госзакупок посредством расширения своего регулирующего воздействия на весь жизненный цикл осуществления государственного заказа, воздействуя на три последовательных этапа единого процесса: прогнозирование и планирование; осуществление закупок; контроль и аудит исполненных контрактов [4]. Единую законодательную базу регулирования государственной контрактной системы составляют федеральные законы № 44-ФЗ и № 223-ФЗ. Каждый из законов имеет свою сферу применения. Самым первым и главным

отличием является состав заказчиков. В соответствии с ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [6] заказчиками выступают: государственные и муниципальные органы власти; Росатом и Роскосмос; государственные внебюджетные фонды; государственные и муниципальные казенные учреждения; бюджетные учреждения и унитарные предприятия, которые не могут провести закупки в соответствии с законом № 223-ФЗ. В соответствии с ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» [5] к заказчикам относятся: государственные корпорации и государственные компании; публично-правовые компании; естественные монополии; автономные учреждения; ресурсоснабжающие организации и операторы ТКО/ТБО; компании с долей участия государства, субъекта РФ или муниципального образования более 50%; бюджетные учреждения и унитарные предприятия — только при проведении закупок за счет безвозмездно полученных средств, за счет собственных доходов или для привлечения субподрядчика; федеральные унитарные предприятия из перечня, утвержденного Распоряжением Правительства РФ [1].

Изложение основного материала исследований и их обсуждение. Сопоставление данных Единой информационной системы в сфере закупок [3] о суммах размещенных контрактов по ФЗ-44 и заключенных договоров по ФЗ-223 с данными Росстата [7] об обороте организаций в Российской Федерации позволяет сделать вывод о том, что рынок контрактов (ФЗ-44) на протяжении 2015-2018 гг. является стабильным, в то время как рынок договоров (ФЗ-223) характеризовался разнонаправленными тенденциями (рис. 1).

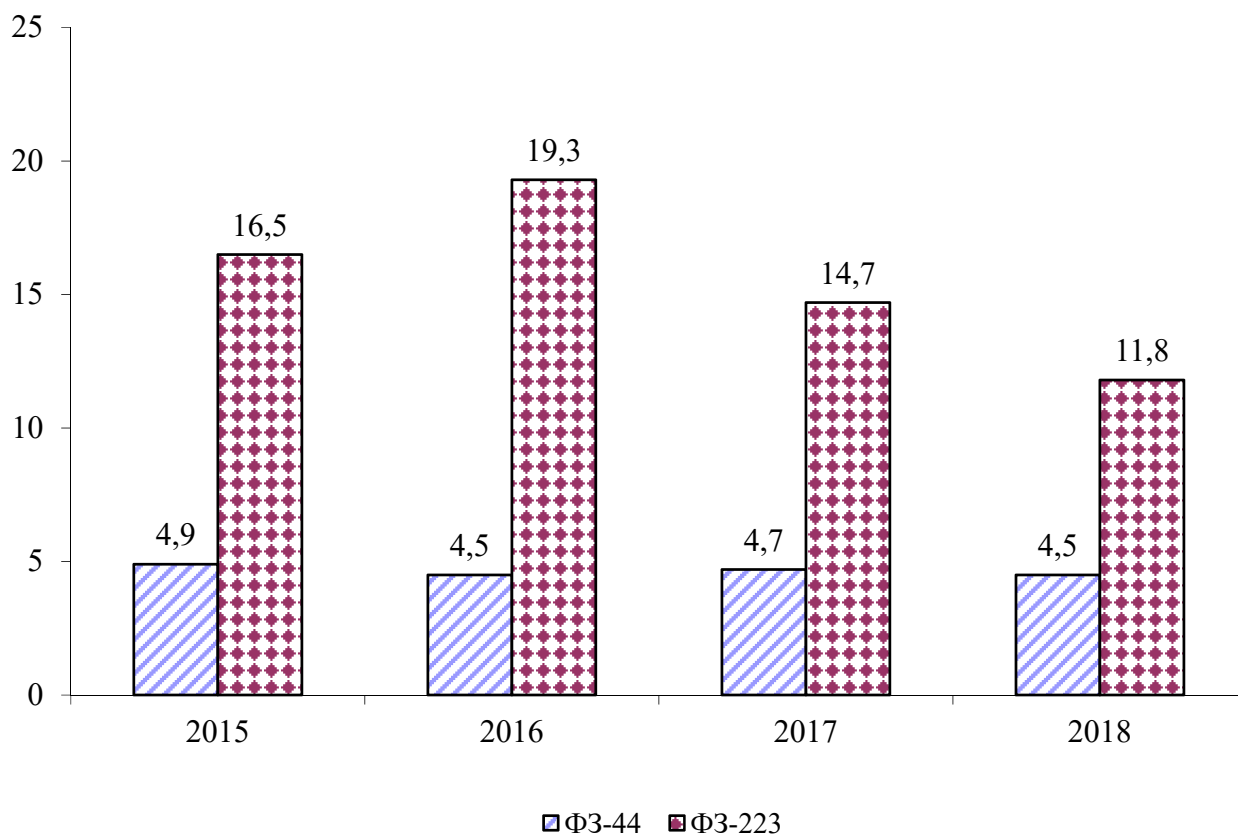


Рис. 1. Доля рынка контрактов (по ФЗ-44) и договоров (по ФЗ-223) в обороте организаций Российской Федерации, %

Суммарная доля рынка закупок по ФЗ-44 и ФЗ-223 составила в Российской Федерации в 2018 г. 16,3% от совокупного оборота организаций.

За 2015-2019 гг. в разрезе регионов ЦФО наблюдается рост суммы размещенных контрактов по ФЗ-44 и разнонаправленное изменение сумм заключенных договоров по ФЗ-223 (табл. 1).

Таблица 1 – Среднегодовой объем и динамика закупок в регионах ЦФО за 2015-2019 гг.

Регионы ЦФО	Размещенные контракты по ФЗ-44			Заклученные договоры по ФЗ-223		
	Среднегодовой объем, млрд руб.	Линейный тренд, млрд руб.	Отношение линейного тренда к среднегодовому объему, %	Среднегодовой объем, млрд руб.	Линейный тренд, млрд руб.	Отношение линейного тренда к среднегодовому объему, %
Белгородская область	45,3	10,5	23,3	23,3	3,4	14,7
Брянская область	21,3	5,0	23,3	55,8	-0,2	-0,4
Владимирская область	30,4	2,7	8,8	36,3	10,2	28,1
Воронежская область	55,8	7,2	13,0	51,8	12,1	23,4
Ивановская область	19,6	2,6	13,3	13,6	0,0	-0,3
Калужская область	48,9	6,4	13,1	48,5	19,5	40,1
Костромская область	15,7	2,3	14,3	10,1	0,7	7,4
Курская область	23,4	3,4	14,6	7,7	0,1	0,7
Липецкая область	27,6	4,7	16,9	12,4	-0,8	-6,1
Московская область	335,1	71,4	21,3	465,3	19,1	4,1
Орловская область	28,8	5,0	17,3	8,2	-0,1	-1,2
Рязанская область	25,6	4,9	19,2	45,4	15,2	33,3
Смоленская область	22,3	1,4	6,3	235,5	-201,8	-85,7
Тамбовская область	45,3	12,8	28,2	9,8	0,8	7,7
Тверская область	31,8	5,7	17,8	23,2	0,5	2,3
Тульская область	36,7	4,8	13,0	121,2	43,9	36,3
Ярославская область	28,6	3,6	12,5	58,7	13,6	23,2
г. Москва	1975,4	147,5	7,5	9220,8	249,9	2,7

Линейный тренд, вычисленный способом наименьших квадратов, характеризует среднее ежегодное изменение суммы размещенных контрактов и заключенных договоров. При сравнении регионов важно обеспечить сопоставимость показателей, в особенности, если регионы существенно различаются по своим размерам и располагаемым ресурсам. Для обеспечения сопоставимости динамики по каждому региону рассчитано соотношение линейного тренда к среднегодовому объему размещенных контрактов (заключенных договоров).

Анализ, выполненный с использованием программы STATISTICA, показал, что между динамикой размещенных контрактов по ФЗ-44 и заключенных договоров по ФЗ-223 отсутствует статистически значимая корреляционная связь ($r=0,213$; $p=0,397$).

Выполненная классификация регионов ЦФО по двум признакам: отношение суммы размещенных контрактов по ФЗ-44 к сумме заключенных договоров по ФЗ-223 и направление изменения этого соотношения за 2015-2019 гг. позволила установить следующее. Наиболее многочисленна группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и аналогичной тенденцией (9 регионов); меньше всего регионов в группе с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-223 (2 региона). Промежуточное положение по численности занимают группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и аналогичной тенденцией (4 региона) и группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-44 (4 региона). Результаты классификации представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация регионов ЦФО по соотношению суммы размещенных контрактов (ФЗ-44) к сумме заключенных договоров (ФЗ-223) и его динамике за 2015-2019 гг.

Регионы ЦФО	Среднегодовое отношение суммы размещенных контрактов по ФЗ-44 к сумме заключенных договоров по ФЗ-223, %	Линейный тренд отношения суммы размещенных контрактов по ФЗ-44 к сумме заключенных договоров по ФЗ-223, %
Группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и аналогичной тенденцией		
Владимирская область	95,4	-12,5
Ярославская область	54,1	-8,0
Рязанская область	77,7	-8,0
Тульская область	39,4	-7,7
Группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-44		
г. Москва	21,9	0,9
Брянская область	41,4	8,0
Московская область	74,2	13,2
Смоленская область	57,0	18,7
Группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-223		
Воронежская область	126,9	-18,1
Калужская область	139,6	-9,7
Группа регионов с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и аналогичной тенденцией		
Костромская область	181,5	2,6
Тверская область	158,9	27,8
Ивановская область	265,8	34,9
Курская область	321,7	40,1
Белгородская область	262,8	40,8
Липецкая область	255,7	42,6
Тамбовская область	480,6	99,1
Орловская область	476,7	106,9

Выводы. Рынок закупок для государственных и муниципальных нужд представлен заказчиками, перечень которых определяют федеральные законы ФЗ-44 и ФЗ-223. Доля этого рынка в Российской Федерации в 2018 г. составила 16,3% от совокупного оборота организаций, что меньше чем 2016 г. на 7,5 процентных пунктов. Несмотря на уменьшение доли рынка, он продолжает играть важную роль в развитии России и ее регионов.

Между регионами Центрального федерального округа имеют место значимые различия по объемам размещенных контрактов и заключенных договоров, по соотношению стоимости контрактов и договоров, по динамике объемов контрактов, договоров и их соотношения. При этом между динамикой размещения контрактов и динамикой заключения договоров отсутствует статистически значимая связь. Это объясняется наличием региональных особенностей в структуре заказчиков. По итогам классификации регионов выделено четыре группы: 1) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и аналогичной тенденцией; 2) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-44 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-223; 3) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и аналогичной тенденцией; 4) регионы с преобладанием суммы сделок по ФЗ-223 и тенденцией роста доли сделок по ФЗ-44.

Библиография

1. Вечканова Т.В. Закупки по ФЗ-223 и ФЗ-44 / Т.В. Вечканова // Вестник науки. 2020. Т. 2. № 2 (23). С. 60-66.
2. Гатиятулин Ш.Н. Экономическая сущность управления государственными закупками / Ш.Н. Гатиятулин // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. 2020. № 3 (20). С. 165-168.
3. Единая информационная система в сфере закупок. Статистика. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html#statAnchor> (дата обращения: 10 августа 2020).
4. Крамин Т.В. К вопросу об оценке экономической эффективности госзакупок в России / Т.В. Крамин, Р.А. Григорьев, М.В. Крамин // Актуальные проблемы экономики и права. 2017. Т. 11. № 4 (44). С. 96-114.

5. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц / Федеральный закон от 18.07.2011 N 223-ФЗ (ред. от 31.07.2020) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=21085551806842338946817068&cacheid=C6C1D80CB55DA4D6F91E5E2A4AE86892&mode=splus&base=RZR&n=358982&rnd=D3E4682450B1D822A69899A132933D10#1zqx785jme>

6. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд / Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 31.07.2020) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=7655317430011765906645163637&cacheid=8FEDD48F31CBE D7B0A367A4E8196D2E4&mode=splus&base=RZR&n=351490&rnd=D3E4682450B1D822A69899A132933D10#1u ktajr4t1z>

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат.– М., 2019. – 1204 с.

References

1. Vechkanova T.V. Zakupki po FZ-223 i FZ-44 / T.V. Vechkanova // Vestnik nauki. 2020. T. 2. № 2 (23). S. 60-66.

2. Gatiyatulin SH.N. Ekonomicheskaya sushchnost' upravleniya gosudarstvennymi zakupkami / SH.N. Gatiyatulin // Forum. Seriya: Gumanitarnye i ekonomicheskie nauki. 2020. № 3 (20). S. 165-168.

3. Edinaya informacionnaya sistema v sfere zakupok. Statistika. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html#statAnchor> (data obrashcheniya: 10 avgusta 2020).

4. Kramin T.V. K voprosu ob ocenke ekonomicheskoy effektivnosti goszakupok v Rossii / T.V. Kramin, R.A. Grigor'ev, M.V. Kramin // Aktual'nye problemy ekonomiki i prava. 2017. T. 11. № 4 (44). S. 96-114.

5. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц / Федеральный закон от 18.07.2011 N 223-FZ (ред. от 31.07.2020) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=21085551806842338946817068&cacheid=C6C1D80CB55DA4D6F91E5E2A4AE86892&mode=splus&base=RZR&n=358982&rnd=D3E4682450B1D822A69899A132933D10#1zqx785jme>

6. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд / Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-FZ (ред. от 31.07.2020) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=7655317430011765906645163637&cacheid=8FEDD48F31CBE D7B0A367A4E8196D2E4&mode=splus&base=RZR&n=351490&rnd=D3E4682450B1D822A69899A132933D10#1u ktajr4t1z2>. Grishin K.E. Ekonomicheskoe prostranstvo: podhody k issledovaniyu i forma predstavleniya / K.E. Grishin, O.B. Kazakova, N.A. Kuz'minyh, V.M. Timir'yanova // Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskij zhurnal. 2020. № 3 (153). S. 4-10.

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат.– М., 2019. – 1204 с.

Сведения об авторе

Вашейкин Игорь Викторович, аспирант кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: igor05041987@mail.ru

Information about author

Vashcheikin Igor Viktorovich, postgraduate student of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: igor05041987@mail.ru

УДК 631.1.1:330.4

Е.А. Голованева, Ж.А. Божченко, Е.А. Базовкина

МАТРИЧНЫЙ ПОДХОД ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Аннотация. В статье представлена комплексная оценка эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций Белгородской области на основании формирования матричной модели. Матричный подход обеспечивает структурную оценку и устанавливает основные взаимосвязи между результатами и ресурсами, дает укрупненный и достоверный анализ различных аспектов эффективности деятельности организаций. За основу матричной модели экономического анализа принята квадратная таблица - матрица. Для ее построения на входе матричной модели представлены три группы показателей. Первая группа представлена показателями ресурсов (основными средствами, трудовыми ресурсами), вторая – показателями затрат (себестоимость продаж, фонд оплаты труда). Третья группа показателей характеризует конечные результаты производственно-хозяйственной деятельности сельхозорганизаций (прибыль, выручка). Матрица, в которой упорядоченная сетка взаимосвязей формирует определенный порядок между доходами, ресурсами и затратами на изучаемый объект, позволяет получить экономический срез качественных характеристик бизнес-процессов и результатов. При построении матричной модели речь идет не только о финансовых результатах, но и результатах производственно-хозяйственной деятельности, затратах и ресурсах. Исходные данные в матричной модели рассматриваются с двух сторон: с одной стороны, они являются результатами деятельности сельскохозяйственных организаций (расположение над графами матрицы), с другой - представляют собой факторы, влияющие на эти результаты, факторы влияния (расположение слева от граф матрицы). Матричная модель эффективности позволяет выразить значения исходных данных по каждой графе в виде двухфакторных моделей, один из элементов которых является экстенсивным фактором, а другой – интенсивным. В статье рассмотрен анализ влияния интенсивных факторов на рентабельность продаж сельхозорганизаций.

Ключевые слова: Результативность, матрица, рентабельность продаж, оценка, сельскохозяйственная организация.

MATRIX APPROACH FOR INTEGRATED PERFORMANCE ASSESSMENT AGRICULTURE ORGANIZATION

Abstract. The article presents a comprehensive assessment of the effectiveness of agricultural organizations in the Belgorod region based on the formation of a matrix model. The matrix approach provides a structural assessment and establishes the main relationships between results and resources, provides a comprehensive and reliable analysis of various aspects of the organization's performance. The matrix model of economic analysis is based on a square matrix table. For its construction, three groups of indicators are presented at the input of the matrix model. The first group is represented by resource indicators (fixed assets, labor resources), the second – by cost indicators (cost of sales, payroll). The third group of indicators characterizes the final results of production and economic activities of agricultural organizations (profit, revenue). The matrix, in which an ordered grid of relationships forms a certain order between revenues, resources, and costs for the object under study, allows you to get an economic cross-section of the qualitative characteristics of business processes and results. When building a matrix model, we are talking not only about financial results, but also the results of production and economic activities, costs and resources. The initial data in the matrix model is considered from two sides: on the one hand, they are the results of the activities of agricultural organizations (located above the matrix graphs), on the other - these are the factors that influence these results, the factors of influence (located to the left of the matrix graph). The matrix model of efficiency allows us to Express the values of the initial data for each graph in the form of two-factor models, one of the elements of which is an extensive factor, and the other is an intensive one. The article analyzes the impact of intensive factors on the profitability of sales of agricultural organizations.

Keywords: Performance, matrix, return on sales, evaluation, agricultural organization.

В современных условиях хозяйствования экономических субъектов РФ для эффективного управления их финансово-хозяйственной деятельностью увеличивается роль информационного обеспечения, доминирующее место в котором составляют сведения о результативности деятельности организаций. Их оценка оказывает помощь в принятии стратегических и тактических управленческих решений.

Результативность деятельности бизнес-единиц характеризуется множественными показателями, но важнейшим выступает финансовый результат, который является основополагающим критерием успешного менеджмента экономического субъекта. В связи с этим, для оценки перспектив развития любого предприятия целесообразно анализировать уровень формирования и изменения финансового результата, влияние факторов, которые в большей

мере способны оказать влияние на показатель и определение возможностей их повышения или снижения [1].

Процесс управления финансовыми результатами выступает основополагающей составляющей деятельности экономического субъекта. Базисом эффективного управления финансовыми результатами является их перспективный анализ, который основывается на прогнозировании [6]. Подход к прогнозированию финансовых результатов может рассматриваться как инструмент оптимизации доходов и расходов организации, и практическое применение данного инструмента требует применения соответствующих методов экономико-математического моделирования. По этой причине интерес вызывают методы прогнозирования финансовых результатов, на основании синтезированной учетной и отчетной информации, в основе которых должны находиться не очень трудоемкие методы, приемлемые для применения всеми бизнес-единицами.

Задача анализа деятельности сельхозорганизаций заключается в получении достаточного набора важнейших (наиболее значимых) параметров, предоставляющих объективную и обоснованную характеристику их результативности [2]. В анализ включается три основных ступени:

- 1) анализ финансового положения сельскохозяйственных организаций;
- 2) анализ эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций;
- 3) выводы о полученных финансовых результатах сельскохозяйственных организаций

[5].

Методической основой оценки финансовых результатов в условиях современного развития предприятий выступает принятая для всех бизнес-единиц, не учитывая организационно-правовую форму и форму собственности, модель их формирования и применения.

Экономическая эффективность деятельности предполагает результативность производства, то есть получение максимальных результатов при минимальных затратах и минимальных ресурсах. Иначе говоря, чем больше величина результата финансово-хозяйственной деятельности и чем меньше объем затрат, тем эффективность выше. Данный принцип применим и к деятельности компаний, и к функционированию всей хозяйственной системы.

Таким образом, для расчета уровня эффективности результат сопоставляется с затратами на его получение. В настоящее время каждому предприятию, в том числе и сельскохозяйственному, необходимо увеличивать эффективность и конкурентоспособность на основании применения достижений научно-технического прогресса, эффективных форм хозяйствования и управления, активизации находчивости и инициативы. Их благополучие и коммерческий успех предопределяются степенью эффективности их деятельности [8].

Как известно целью любой организации является получение прибыли. Если предприятие получило прибыль, в отчете о финансовых результатах она характеризуется чистой прибылью, т.е. теми средствами, которыми распоряжается предприятие. Рассмотрим состав, структуру и динамику финансовых результатов сельхозорганизаций Белгородской области в таблице 1.

Проанализировав состав и структуру финансовых результатов сельскохозяйственных организаций Белгородской области, можно подытожить, что предприятия полностью покрывают свои расходы на протяжении всего анализируемого периода. Об этом свидетельствует показатель – коэффициент соотношения доходов и расходов, но стоит отметить и тот факт, что данный показатель имеет тенденцию к снижению относительно 2015 г., а это говорит о том, что происходит увеличение темпов роста доходов над расходами. В отчетном году рассматриваемый показатель составил 1,20, что на 0,04 меньше уровня 2015 г.

Далее проанализируем виды прибыли, что касается валовой прибыли, то наблюдается ее снижение на 8855 млн. руб. Это связано с опережающими темпами роста себестоимости над темпами роста выручки.

Таблица 1 – Состав, структура и динамика финансовых результатов сельскохозяйственных организаций Белгородской области

Наименование показателя	2015 г.	2017 г.	2019 г.	Отклонение 2019г. от 2015 г. (+;-)	Уровень в % к выручке в базисном году	Уровень в % к выручке в отчетном году	Отклонение уровней (+;-)
Выручка от продажи продукции, работ, услуг, млн. руб.	245548	247359	270827	25279	100	100	-
Себестоимость проданной продукции, работ, услуг, млн. руб.	186828	201616	220962	34134	76,1	81,6	5,5
Валовая прибыль, млн. руб.	58720	45743	49865	-8855	23,9	18,4	-5,5
Прибыль от продаж, млн. руб.	49667	35051	38666	-11001	20,2	14,3	-5,9
Доходы от участия в других организациях, млн. руб.	1859	2049	2986	1127	0,8	1,1	0,3
Проценты к получению, млн. руб.	1519	1616	1859	340	0,6	0,7	0,1
Проценты к уплате, млн. руб.	13257	12636	7716	-5541	5,4	2,8	-2,5
Прочие доходы, млн. руб.	19286	14955	12438	-6848	7,9	4,6	-3,3
Прочие расходы, млн. руб.	14729	12325	10513	-4216	6,0	3,9	-2,1
Прибыль до налогообложения, млн. руб.	44345	28710	37720	-6625	18,1	13,9	-4,1
Текущий налог на прибыль, млн. руб.	375	409	549	174	0,2	0,2	0,0
Чистая прибыль, млн. руб.	44134	28329	37076	-7058	18,0	13,7	-4,3
Всего доходов, млн. руб.	268212	265979	288110	19898	-	-	-
Всего расходов, млн. руб.	214814	226577	239191	24377	-	-	-
Коэффициент соотношения доходов и расходов	1,25	1,17	1,20	-0,04	-	-	-

По прибыли от продаж также наблюдается спад на 11001 млн. руб. и в отчетном году составила 38666 млн. руб. Темпы роста доходов от участия в других организациях на 1127 млн. руб. и процентов к получению на 340 млн. руб., а также снижение уровня прочих расходов и процентов к уплате влияют на изменение такого показателя как прибыль до налогообложения на 6625 млн. руб. В 2019 г. ее размер составил 37720 млн. руб. Это в свою очередь повлекло снижение чистой прибыли на 7058 млн. руб., по отношению к выручке она составляет 13,7 %.

В целом, можно отметить, что на протяжении анализируемого периода сельхозорганизации Белгородской области получают стабильную прибыль, данный показатель изменяется динамично: по отношению к базисному году чистая прибыль снизилась на 7058 млн. руб., а по отношению к смежному году чистая прибыль возросла на 8747 млн. руб.

Ключевая цель оценки эффективности деятельности сельхозпредприятия заключается в формировании заключения о жизнеспособности предприятия и возможности его дальнейшего развития на основании всестороннего анализа, который необходимо осуществлять по средствам системы показателей, которые отображают состояние и развитие субъекта оценки. Общеизвестно, по традиционным методикам эффективность хозяйственной деятельности предприятия рассчитывается как отношение полученного эффекта (например, прибыли) или достигнутого результата (выручка от продаж) к произведенным затратам и ресурсам, которые были связаны с их получением.

Стоит отметить, что в вопросе содержательного наполнения как сравниваемых показателей, так и показателей базы сравнения отсутствует единое мнение у ученых, которые поднимают вопросы финансового анализа. Обзор разнообразных точек зрения по данному

вопросу предопределил два основных подхода к оценке эффективности хозяйственной деятельности предприятия – потенциальный (ресурсный) и затратный.

При системном подходе рассчитывается система показателей, на основании которых анализируется экономическое состояние хозяйствующего субъекта. Такие показатели делятся на две группы:

Первую группу составляют частные показатели. К таковым можно отнести показатели эффективности использования отдельных видов ресурсов предприятия: трудовых (производительность труда), материальных (материалоотдача и материалоёмкость), финансовых (капиталоёмкость и капиталоотдача) и эффективность использования основных производственных фондов (фондоотдача и фондоёмкость). Таким образом, данные показатели характеризуют эффективность отдельных сторон функционирования предприятия.

Ко второй группе можно отнести обобщающие показатели, которые определяют конечные результаты, характеризуют эффективность работы предприятия в целом. К ним относятся показатели рентабельности: рентабельность активов, рентабельность собственного капитала, рентабельность продаж [9].

Вопросы методологии и методики определения эффективности производства в аграрной сфере в экономической науке в достаточной степени разработаны и изучены. Необходимо отметить, что, развитие интеграционных процессов в отраслях аграрного производства обуславливает применения нетрадиционных подходов к определению результативности их деятельности. Так как, для объективной оценки эффективности деятельности сельхозпредприятий недостаточно применять сопоставление издержек со стоимостью полученной продукции не могут быть достаточными, целесообразно использовать более современные приемы и методы.

Большая часть современных методик анализа деятельности предприятия, его финансового состояния дублируют и дополняют друг друга, исходя их конкретных задач анализа, его целей и информационной базы. Отличие заключается в совокупности, наборе рассчитываемых и анализируемых экономических показателей и их названия.

Вопросы расчета показателей для анализа и оценки эффективности деятельности предприятия рассматриваются в научных трудах многих авторов, таких как А.Д. Шеремет, Г.В. Савицкая, Л.Т. Гиляровская и Н.П. Любушин. Представим их методики.

А.Д. Шеремет рассматривает систему, состоящую из 28 показателей, которая включает фондоотдачу, фондоемкость, рентабельность активов и др. [12]. Данная методика основана на оценке текущей работы предприятия в сравнении с базисным периодом. Положительным моментом является то, что существует возможность проведения оценки степени эффективности использования потребленных и используемых производственных ресурсов. Также, ее можно адаптировать не только на уровне экономического субъекта, но и в отдельных структурных подразделениях, деятельность которых может быть выражена в натуральных измерителях. Отрицательный момент данной методики заключается в том, что внутригрупповая оценка экономического состояния в ней не рассматривается, не смотря на оптимально подобранную группировку финансовых коэффициентов.

Объектом анализа в методике Г.В. Савицкой [11] являются формирование, размещение и использование капитала, финансовые ресурсы, финансовые результаты, рентабельность, прибыль, инвестиционная деятельность, финансовое состояние, диагностика банкротства. Предметом анализа выступают причинно-следственные связи экономических событий и процессов, после раскрытия которых, реально быстро рассчитать изменения основных результатов хозяйственной деятельности за счет определенных факторов, а также изменить суммы прибыли, безубыточного объема продаж, запаса финансовой устойчивости, себестоимости единицы продукции при изменении любой производственной ситуации. Плюс данной методики в том, что применяется метод сравнения фактически достигнутых результатов предприятия с результатами смежных лет. Отрицательный момент связан со сложностью ее восприятия и расчетов коэффициентов.

В методике Л.Т. Гиляровой [5] в основном упор сосредоточен на оценке финансовой устойчивости экономического субъекта. Следовательно, главное качество данной методики – углубленное и всестороннее изучение устойчивости финансового состояния компаний.

Любушин Н.П. излагает методику, которая направлена на своевременное определение и ликвидацию недостатков в финансовой деятельности [10]. Она способствует определению резервов укрепления финансового состояния предприятия и его ликвидности. Негативным моментом методики является то, что анализ базируется на относительных показателях, так как в условиях инфляции возникают трудности приведения абсолютных показателей баланса к сопоставимому виду. Выбор методики анализа определяет результат, который достигается в процессе анализа, следовательно, к выбору необходимо подходить обстоятельно. Учитывая вышеизложенное, необходимо отметить, что показателей, характеризующих эффективность работы предприятия, существует достаточное количество. Отдельно взятые показатели, например, чистых активов, не предоставляют возможности всецело представить состояние бизнеса. Целесообразно анализировать показатели во взаимосвязи с другими и в динамике. До сих пор еще много вопросов по поводу разработки методик и выделения системы показателей. Для результатов анализа большое значение имеет не только выбор методов, но и приёмов анализа.

Невозможно управлять бизнесом и оказывать влияние на результаты, не понимая определяющих результат взаимосвязей [3]. Рассмотреть их, установить связь с экономикой бизнеса и уменьшить его риски поможет комплексный экономический анализ и оценка произведенных издержек, используемых ресурсов с помощью матрицы.

Сельскохозяйственное производство организовано и функционирует по определенным законам и взаимосвязям. Установленные взаимосвязи задают определенное направление. Вне учета этих сложившихся реальных связей и взаимозависимостей предприятие превращается в беспорядочное сосредоточение событий и явлений, которые не подчинены никаким законам и не поддаются никакому управлению.

Матрица предоставляет возможность выявить сложившиеся причинно-следственные связи между ресурсами и результатами деятельности предприятия, а после установить рациональные и целесообразные, то есть систематизировать и упорядочить их. Диагностика строится на упорядочении образов, систематизированном распознавании, матричном подходе. Накладывая матрицу, в которой упорядоченная сетка взаимосвязей формирует определенный порядок между доходами, ресурсами и затратами на изучаемый объект, получаем экономический срез качественных характеристик бизнес-процессов и результатов, который сравниваем с базисным, эффективным, целесообразным с точки зрения развития. Таким образом, можно определить, где скрыты резервы, на что обратить внимание, что конкретно изменить, чтобы не только приспособиться к изменениям, а заранее формировать развитие деятельности организации. Тогда появится возможность устанавливать и контролировать такой уровень издержек, который может быть реализован при сложившейся ситуации на рынке, иначе говоря, достаточный для получения прибыли. Снижение рисков бизнеса и планирование его развития в будущем основаны на таком экономическом анализе и расчетах [7].

Матричный подход предполагает определенную последовательность и логику аналитической работы.

Приведенные параметры бизнеса должны быть в центре внимания руководителя в первую очередь потому, что отражают результаты принятых решений, позволяют оценить их последствия и будущие возможности.

Матрица обеспечивает структурный подход и устанавливает основные взаимосвязи между результатами и ресурсами, дает укрупненную и достоверную оценку различных аспектов эффективности бизнеса во взаимосвязи, в том числе организационной и управленческой. В ней речь идет не только о финансовых результатах, но и результатах производственно-хозяйственной деятельности, затратах и ресурсах.

При формировании матрицы как основного инструментария управления исходными сведениями служат традиционные экономические показатели, которые можно получить из экономической и бухгалтерской отчетности предприятия. Следовательно, матрица эффективности примет следующий вид, который представим в таблице 2.

Матричный метод анализа можно охарактеризовать как определенную технологию систематизации, обработки и анализа информации, которую осуществляют путем сопоставления показателей. Поэтому в конечном итоге матричной системы анализа создаются четыре матрицы:

- абсолютных значений показателей базисного года;
- абсолютных значений показателей отчетного года;
- относительных значений показателей обоих периодов;
- индексных значений показателей (отражает их изменение и динамику).

В основе нашего подхода заложена матрица, состоящая из абсолютных значений показателей базисного и отчетного года, а также индексных значений показателей. Построим матрицу для расчета результативности деятельности сельскохозяйственных организаций Белгородской области. Исходные данные для формирования данной матрицы изложены в таблице 3.

Таблица 2 – Матрица для расчета результативности деятельности организаций

Числитель Знаменатель		Ресурсы		Затраты		Результаты	
		Среднегодовая стоимость основных средств	Среднегодовая численность работников	Себестоимость	Фонд оплаты труда	Прибыль	Выручка
Ресурсы	Среднегодовая стоимость основных средств	x	Закрепленность работников за ОС, СЧР/СОС	Затраты на 1 руб. основных средств, С/СОС	Фонд оплаты труда на 1 руб. основных средств, ФОТ/СОС	Фондорентабельность, Р/СОС	Фондоотдача, V/СОС
	Среднегодовая численность работников	Фондовооруженность, СОС/СЧР	x	Затраты на 1 работника, С/СЧР	Средняя зарплата, ФОТ/СЧР	Прибыль на 1 работника, Р/СЧР	Производительность труда, V/СЧР
Затраты	Себестоимость	Стоимость основных средств на 1 руб. затрат, СОС/С	Закрепленность работников за затратами, СЧР/С	x	Фонд оплаты труда на 1 руб. затрат, ФОТ/С	Рентабельность затрат, Р/С	Окупаемость затрат, V/С
	Фонд оплаты труда	Стоимость основных средств на 1 руб. зарплаты, СОС/ФОТ	Закрепленность работников за фондом оплаты труда, СЧР/ФОТ	Затраты на 1 руб. фонда оплаты труда, С/ФОТ	x	Рентабельность зарплаты, Р/ФОТ	Выручка на 1 руб. зарплаты, V/ФОТ
Результаты	Прибыль	Стоимость основных средств на 1 руб. прибыли, СОС/Р	Закрепленность работников за прибылью, СЧР/Р	Затраты на 1 руб. прибыли, С/Р	Фонд оплаты труда на 1 руб. прибыли, ФОТ/Р	x	Выручка на 1 руб. прибыли, V/Р
	Выручка	Фондоёмкость, СОС/V	Закрепленность работников за выручкой, СЧР/V	Затратоёмкость на 1 руб., С/V	Зарплатоёмкость, ФОТ/V	Рентабельность продаж, Р/V	x

Таблица 3 – Основные показатели хозяйственной деятельности, 2015-2019 гг.*

Показатели	Условное обозначение	2015 г.	2019 г.	Темп изменения, %
Среднегодовая стоимость основных средств, млн. руб.	СОС	165208	208171	126,01
Среднегодовая численность работников, чел.	СЧР	57118	53149	93,05
Себестоимость продаж, млн. руб.	С	186828	220962	118,27
Фонд оплаты труда, млн. руб.	ФОТ	19637	23846	121,43
Выручка, млн. руб.	V	245548	270827	110,29
Прибыль, млн. руб.	P	49667	38666	77,85

* Источник: Составлено по данным бухгалтерской (финансовой) отчетности сельхозорганизаций Белгородской области

Исходя из представленных цифровых данных матрица будет иметь следующий вид (табл. 4).

Таблица 4 – Матрица для расчета эффективности хозяйственной деятельности

Числитель Знаменатель		Ресурсы		Затраты		Результаты	
		СОС	СЧР	С	ФОТ	P	V
Ресурсы	СОС	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	2015 г.	x	0,35	1,13	0,12	0,30	1,49
	2019 г.	x	0,26	1,06	0,11	0,19	1,3
	Темп изменения	x	0,74	0,94	0,96	0,62	0,88
Ресурсы	СЧР	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)
	2015 г.	2,89	x	3,27	0,34	0,87	4,30
	2019 г.	3,92	x	4,16	0,45	0,73	5,1
	Темп изменения	1,35	x	1,27	1,30	0,84	1,19
Затраты	С	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
	2015 г.	0,88	0,31	x	0,11	0,27	1,31
	2019 г.	0,94	0,24	x	0,11	0,17	1,23
	Темп изменения	1,07	0,79	x	1,03	0,66	0,93
Затраты	ФОТ	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)
	2015 г.	8,41	2,91	9,51	x	2,53	12,5
	2019 г.	8,73	2,23	9,27	x	1,62	11,36
	Темп изменения	1,07	0,77	0,97	x	0,64	0,91
Результаты	P	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)
	2015 г.	3,33	1,15	3,76	0,40	x	4,94
	2019 г.	5,38	1,37	5,71	0,62	x	7,00
	Темп изменения	1,62	1,2	1,52	1,56	x	1,42
Результаты	V	(61)	(62)	(63)	(64)	(65)	(66)
	2015 г.	0,67	0,23	0,76	0,08	0,20	x
	2019 г.	0,77	0,20	0,82	0,09	0,14	x
	Темп изменения	1,14	0,84	1,07	1,10	0,71	x

Чем обусловлено взаимное расположение показателей матрицы? Поскольку показатель прибыли является конечным финансовым результатом, характеризующим деятельность предприятия, то темп ее роста должен быть выше темпа роста выручки [6]. Темп роста фонда оплаты труда выше темпа роста себестоимости, а темп роста среднегодовой стоимости основных средств выше темпа роста среднегодовой численности работников, т. е. должна расти фондовооруженность труда.

По матрице построенных цифровых данных определяется модель для комплексной оценки эффективности.

По индексам относительных показателей рассчитаем значение обобщающего показателя эффективности деятельности организации (Joэ):

$$Joэ = (1,35+1,07+0,79+1,07+0,77+0,97+1,62+1,2+1,52+1,56+1,14+0,84+1,07+1,1+0,71)/15*100\%= 111,87 \quad (1)$$

Таким образом, обобщающий показатель говорит о том, что эффективность деятельности сельскохозяйственных организаций по сравнению с 2015 годом увеличилась в отчетном году на 11,87 %.

Матричная модель позволяет представить информацию не только в целом, но и по частным показателям. Для чего ее разделяют как в вертикальной, так и горизонтальной направленности на три составляющие. При этом выделяются ресурсы, затраты, результаты в виде подматриц главной матрицы. Полуполе над диагональю матрицы расчленяется на зоны, исходя от исходных данных (в нашем примере шесть зон), отдельная из которых обладает специфическим содержанием. Для любой зоны, в случае возникновения необходимости, существует возможность рассчитать частный показатель, который характеризует определенную сторону эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций, как среднее арифметическое индексов соответствующих зон.

1. Показатель эффективности структуры конечных результатов (элемент 65) равен 0,71. Данный показатель свидетельствует о снижении рентабельности продаж в 2019 г. относительно базисного года на 29 % за счет роста выручки на 10,29 % и снижения прибыли от продаж на 22,15 %.

2. Показатель эффективности затрат по элементам 35, 36, 45, 46 равен $(0,66+0,93+0,64+0,91)/4=0,79$. Расчетная величина показывает, что эффективность затрат в среднем снизилась на 21 %. Так, например на снижение окупаемости затрат (элемент 36) повлиял опережающий темп роста себестоимости над выручкой.

3. Показатель эффективности использования ресурсов по элементам 15, 16, 25, 26 равен $(0,62+0,88+0,84+1,19)/4=0,88$, что свидетельствует о снижении эффективности использования основных средств и прибыли на 1 работника. Так, например фондоотдача (элемент 16) снизилась относительно 2015 г. на 12 % за счет опережающего темпа роста среднегодовой стоимости основных средств на 26,01 % над размером выручки.

4. Показатель эффективности изменения затратноемкости ресурсов по элементам 13, 14, 23, 24, 34 $(0,94+0,96+1,27+1,30+1,03)/5=1,1$. Показатель изменения затратноемкости ресурсов возрос незначительно на 3,4 %. Например, средняя заработная плата в аграрном производстве Белгородской области (элемент 21) возросла на 21,43 %, а себестоимость на 1 работника (элемент 23) на 18 %.

5. Показатель эффективности изменения структуры ресурсов (элемент 21) 1,35.

Матричная модель эффективности предоставляет возможность определить значения исходных данных по каждой графе в виде двухфакторной модели, один из элементов которых является экстенсивным фактором, а другой – интенсивным. Например, элемент 65 выражается моделью вида $P=V*(P/V)$, таким образом на величину прибыли оказывают влияние изменение размера выручки (экстенсивный фактор) и рентабельность продаж (интенсивный фактор).

Проведем расчеты по данной модели.

2015 год: $245548*0,201= 49\ 667$ млн. руб.

2019 год: $270827 * 0,143= 38735$ млн. руб.

Скорректированный показатель прибыли при выручке 2019 года и рентабельности продаж 2015 года: $270827*0,201= 54\ 436$ млн. руб.

Следовательно, за счет роста размера денежной выручки, прибыль увеличилась на $(54436-49667) 4769$ млн. руб., а в связи с сокращением рентабельности продаж уменьшилась на $(38666-54436)$ на 15770 млн. руб. Общее отклонение – 11001 млн. руб.

Матричная модель дает возможность определить влияние интенсивных факторов на показатели эффективности путем построения многофакторных моделей [6]. Так, показатель эффективности рентабельности может быть выражен следующей математической моделью:

$$UR_{\text{продаж}} = \frac{УР}{УОЗ*УЗ*УФОТ*УФВ}, \text{ где (2)}$$

UR_{продаж} - уровень рентабельности продаж (элемент 65);

УР – уровень прибыли на одного работника (элемент 25);

УОЗ – уровень окупаемости затрат (элемент 36);

УЗ – уровень затрат на рубль фонда оплаты труда (элемент 43);

УФОТ – уровень фонда оплаты на 1 рубль среднегодовой стоимости основных средств (элемент 14);

УФВ – уровень фондовооруженности (элемент 21).

$$UR_{\text{продаж}}=0,84/(0,93*0,97*0,96*1,35)=0,72$$

Рассмотрим влияние факторов на рентабельность продаж в таблице 5

Таблица 5 – Расчет влияния факторов на рентабельность продаж

Показатели	1	2	3	4	5	6
Прибыль на 1 работника (25)	0,87	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Окупаемость затрат (36)	1,31	1,31	1,23	1,23	1,23	1,23
Затраты на 1 руб. фонда оплаты труда (43)	9,51	9,51	9,51	9,27	9,27	9,27
Фонд оплаты труда на 1 руб. среднегодовой стоимости основных средств (14)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
Фондовооруженность (21)	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	3,92
Рентабельность продаж (65)	0,201	0,169	0,180	0,185	0,206	0,148

Таким образом, на изменение рентабельности продаж оказали влияние следующие факторы:

– уменьшение прибыли на 1 работника привело к сокращению рентабельности на - 0,032 (0,169-0,201).

– снижение окупаемости затрат привело к росту рентабельности продаж на +0,011 (0,180-0,169).

– уменьшение затрат на 1 рубль фонда оплаты труда привело к увеличению рентабельности на +0,005 (0,185-0,180).

– сокращение фонда оплаты труда на 1 рубль среднегодовой стоимости основных средств оказало положительное влияние на рентабельность продаж +0,021 (0,206-0,185).

– значительный рост фондовооруженности привел к сокращению рентабельности продаж – 0,058 (0,148-0,206) .

Общее влияние факторов составило - 0,032+0,011+0,005+0,021-0,058 = -0,053=0,148-0,201.

Отрицательное влияние оказали два фактора снижение прибыли на одного работника, сократив при этом рентабельность продаж на 0,032, и значительный рост среднегодовой стоимости основных средств на 1 работника привело к сокращению показателя на 0,058. Остальные факторы в модели дали положительный эффект.

В итоге проведенного анализа результативности деятельности сельскохозяйственных организаций Белгородской области на основе матричного подхода, можно сделать вывод, что комплексная оценка финансово-хозяйственной деятельности предоставляет возможность

определить соответствие внутренних резервов и потенциала экономического субъекта обеспечению конкурентных преимуществ и удовлетворению будущих потребностей рынка.

Библиография

1. Базовкина Е.А. Анализ финансового результата деятельности предприятия/ Е. А. Базовкина, Ж. А. Божченко// Вектор экономики. - 2019. - № 8 (38). - С. 58.
2. Базовкина Е.А. Факторный анализ прибыли и рентабельности сельскохозяйственных предприятий белгородской области/ Е. А. Базовкина// Экономика и предпринимательство. - 2019. - № 6 (107). - С. 496-498.
3. Божченко Ж.А. Анализ системы экономических интересов и ее влияние на эффективность хозяйствования /Ж. А. Божченко//Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. - 2017. - № 10 (57). - С. 21-23.
4. Божченко Ж.А. Тенденции развития сельскохозяйственных организаций Белгородской области / Ж.А. Божченко // Среднерусский вестник общественных наук. - 2014. - № 2 (32). - С. 214-218.
5. Гиляровская Л.Т. Экономический анализ / Л.Т. Гиляровская. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. 615 с.
6. Голованева Е.А. Факторный анализ как инструмент управления прибылью на рынке сахарной свеклы / Е. А. Голованева //Среднерусский вестник общественных наук. - 2013. - № 2 (28). - С. 149-153.
7. Головина Л.А. Структурная динамика производственных затрат и доходности сельскохозяйственных организаций/ Л.А. Головина, О.В. Логачева // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. - 2018. - № 11 (44). - С. 70-78.
8. Здоровец Ю.И. Использование управленческой информации для стимулирования деятельности структурных единиц агрохолдингов / Ю.И. Здоровец//АПК: Экономика, управление. - 2012. - № 2. - С. 20-23.
9. Здоровец Ю.И. Эффективность деятельности сельскохозяйственных предприятий региона в условиях экономической нестабильности /Ю.И. Здоровец, Е. В. Нежелченко// В сборнике: Инновационное развитие экономики: реалии и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов : В трех частях. Белгородский университет кооперации, экономики и права. - 2015. - С. 83-89.
10. Любушин Н.П. Экономический анализ. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. 575 с.
11. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Г.В. Савицкая. – Мн.: Новое знание, 2012. 688 с.
12. Шеремет А.Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности: учеб. для вузов / А.Д. Шеремет. – Москва: ИНФРА-М, 2008. 418 с.

References

1. Basovkina E.A. Analysis of financial result of activity of the enterprise/E.A. Basovkina, J.A. Bozhchenko// Vector of the economy. - 2019. - № 8 (38). - P. 58.
2. Basovkina E.A. Factor analysis of profit and profitability of agricultural enterprises of the Belcity region/ E.A. Basovkina// Economy and entrepreneurship. - 2019. - № 6 (107). - Pp. 496-498.
3. Bozhchenko J.A. Analysis of the system of economic interests and its impact on the efficiency of the economy /J.A. Bozhchenko//Competitiveness in the global world: economy, science, technology. - 2017. - № 10 (57). - Pp. 21-23.
4. Bozhchenko J.A. tendencies of development of agricultural organizations of the Belgorod region / J.A. Bozhchenko // Central Russian Bulletin of social Sciences. - 2014. - № 2 (32). - Pp. 214-218.
5. Gilyarovskaya L.T. Economic analysis / L.T. Gilyarovskaya. - M.: UNITY-DANA, 2014. 615 p.
6. Golovaneva E.A. Factor analysis as a tool for profit management in the sugar beet market / E.A. Golovaneva //Central Russian Bulletin of social Sciences. - 2013. - № 2 (28). - Pp. 149-153.
7. Golovina L.A. Structural dynamics of production costs and profitability of agricultural organizations/ L. A. Golovina, O. V. Logacheva // Economy, labor, management in agriculture. - 2018. - № 11 (44). - Pp. 70-78.
8. Zdorovets Yu.I. Using management information to stimulate the activity of structural units of agricultural holdings / Yu.I. Zdorovets/ / agro-industrial complex: Economy, management. - 2012. - no. 2. - P. 20-23.
9. Zdorovets Yu.I. Efficiency of agricultural enterprises in the region in the conditions of economic instability /Yu.I. Zdorovets, E.V. Nezhelchenko// In the collection: Innovative development of the economy: realities and prospects. Materials of the international scientific and practical conference of the faculty and postgraduates: in three parts. Belgorod University of cooperation, Economics and law. - 2015. - Pp. 83-89.
10. Lyubushin N.P. Economic analysis.3rd ed., reprint.and add. M.: UNITY-DANA, 2013. 575 p.
11. Savitskaya G.V. Analysis of economic activity of the enterprise / G.V. Savitskaya. - Mn: New knowledge, 2012. 688 p.
12. Sheremet A.D. Complex analysis of economic activity: studies for universities / A.D. Sheremet. - Mo-skva: INFRA-M, 2008. 418 p.

Сведения об авторах

Голованева 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:GEA010481@yandex.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

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

Information about authors

Golovaneva 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:GEA010481@yandex.ru

Bojhchenko 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

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

УДК 338.43: 636.2.34 (470.325)

Ю.А. Кутаёв

МЕСТО МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В ЭКОНОМИКЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА

Аннотация. Агропромышленный комплекс представляет собой совокупность взаимосвязанных отраслей, эффективность которых определяет уровень развития сельского хозяйства в целом. Главная задача АПК заключается в обеспечении населения страны продовольствием, что обуславливает его высокое народнохозяйственное значение. Не смотря на это, доля продукции сельского хозяйства в ВВП Российской Федерации за период 2011-2019 гг. составляет не более 5-6 %. Анализ динамики производства продукции сельского хозяйства в РФ за 1998-2019 гг. свидетельствует о росте ее производства в 19,7 раз. В разрезе федеральных округов максимальный рост объемов производства за период 2005-2019 гг. отмечается в Центральном федеральном округе – в 5,6 раза, при этом вклад ЦФО в национальное производство продукции АПК составляет 21,2-28,0 %. Также было установлено, что в Центральном федеральном округе сосредоточено производство сахарной свеклы, скота и птицы на убой. По производству молока первое место занял Приволжский федеральный округ, где было произведено 30,8 % молока от валового производства в РФ. Центральный федеральный округ занимает вторую позицию с долей производства молока 18,8 % (5753 тыс. т). В ЦФО следует выделить Центрально-Черноземный экономический регион, где было произведено 8,5 % от валового производства молока в стране – 2293,7 тыс. т. В разрезе субъектов ЦЧР максимальный объем производства молока в 2018 г. отмечается в Воронежской области – 904,8 тыс. т и в Белгородской области – 623,8 тыс. т. Проведенный анализ свидетельствует о том, что молочное скотоводство имеет большое значение в экономике агропромышленного производства России и ее субъектов, однако дальнейшее развитие отрасли возможно только при системном стратегическом подходе.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, продукция сельского хозяйства, динамика производства, федеральный округ, Центрально-Черноземный регион, производство молока

PLACE OF DAIRY CATTLE IN THE ECONOMY AGRICULTURE REGION

Abstract. The agro-industrial complex is a set of interconnected industries, the effectiveness of which determines the level of development of agriculture as a whole. The main task of the agro-industrial complex is to provide the population of the country with food, which determines its high national economic importance. Despite this, the share of agricultural products in the GDP of the Russian Federation for the period 2011-2019 is more than 5-6%. Analysis of the dynamics of agricultural production in the Russian Federation for 1998-2019 indicates an increase in its production by 19.7 times. In the context of federal districts, the maximum growth in production volumes for the period 2005-2019 noted in the Central Federal District - 5.6 times, while the contribution of the Central Federal District to the national production of agricultural products is 21.2-28.0%. It was also found that the production of sugar beets, livestock and poultry for slaughter is concentrated in the Central Federal District. In terms of milk production, the first place was taken by the Volga Federal District, where 30.8% of milk from the gross production in the Russian Federation was produced. The Central Federal District ranks second with a share of milk production of 18.8% (5753 thousand tons). In the Central Federal District, the Central Black Earth Economic Region should be highlighted, where 8.5% of the gross milk production in the country was produced - 2293.7 thousand tons. 8 thousand tons and in the Belgorod region - 623.8 thousand tons. The analysis shows that dairy cattle breeding is of great importance in the economy of agro-industrial production in Russia and its subjects, but further development of the industry is possible only with a systematic strategic approach.

Keywords: agro-industrial complex, agricultural products, production dynamics, federal district, Central Black Earth region, milk production

В условиях рыночной экономики агропромышленный комплекс следует рассматривать как совокупность отраслей, которые обеспечивают непосредственное производство сельскохозяйственной продукции, переработку, хранение и доведение произведенной продукции до конечного потребителя [2, 9]. С этой точки зрения агропромышленное производство занимает центральное место в системе общественного воспроизводства, поскольку обеспечивает население страны продовольствием, тем самым решает общегосударственные задачи.

Важность агропромышленного производства, кроме продовольственного аспекта, определяется еще и тем фактом, что с использованием сырья сельскохозяйственного происхождения производится большое количество видов промышленной продукции [1, 3]. Однако

доля продукции сельского хозяйства в структуре валового внутреннего продукта России остается на уровне 5-6 % (табл. 1).

Таблица 1 – Доля продукции сельского хозяйства в ВВП России в 2011-2019 гг., %

Показатель	Годы									2019 г. в % к 2011 г.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Валовой внутренний продукт, млрд руб.	60114,0	68103,4	72985,7	79030,0	83087,4	85616,1	91843,2	104629,6	110046,1	183,0
Производство сельского хозяйства, млрд руб.	3098,7	3160,3	3458,3	4031,1	4794,6	5112,3	5109,5	5348,8	5907,9	190,7
Доля сельского хозяйства в валовом внутреннем продукте страны, %	5,2	4,6	4,7	5,1	5,8	6,0	5,6	5,1	5,4	x

Источник: составлено по данным Росстата

По состоянию на 2019 год доля продукции сельского хозяйства в структуре валового внутреннего продукта Российской Федерации составила 5,4 %, при этом стоимость продукции сельского хозяйства в 2019 году оценивалась на уровне 5907,9 млрд руб., что на 90,7 % больше, чем в 2011 году [4].

Если анализировать динамику производства продукции сельского хозяйства, то можно отметить стабильный рост производства продукции в текущих ценах с 0,3 трлн руб. в 1998 году до 5,91 трлн руб. в 2019 году, о чем свидетельствует линия тренда (рис. 1). Несмотря на некоторое замедление темпа роста производства продукции сельского хозяйства в 2009-2010 гг. и в 2017 году, средний ежегодный прирост составил 16,6 %, что свидетельствует о недостаточно активном развитии отрасли, так как за аналогичный период средний прирост ВВП составил 20,7 %.

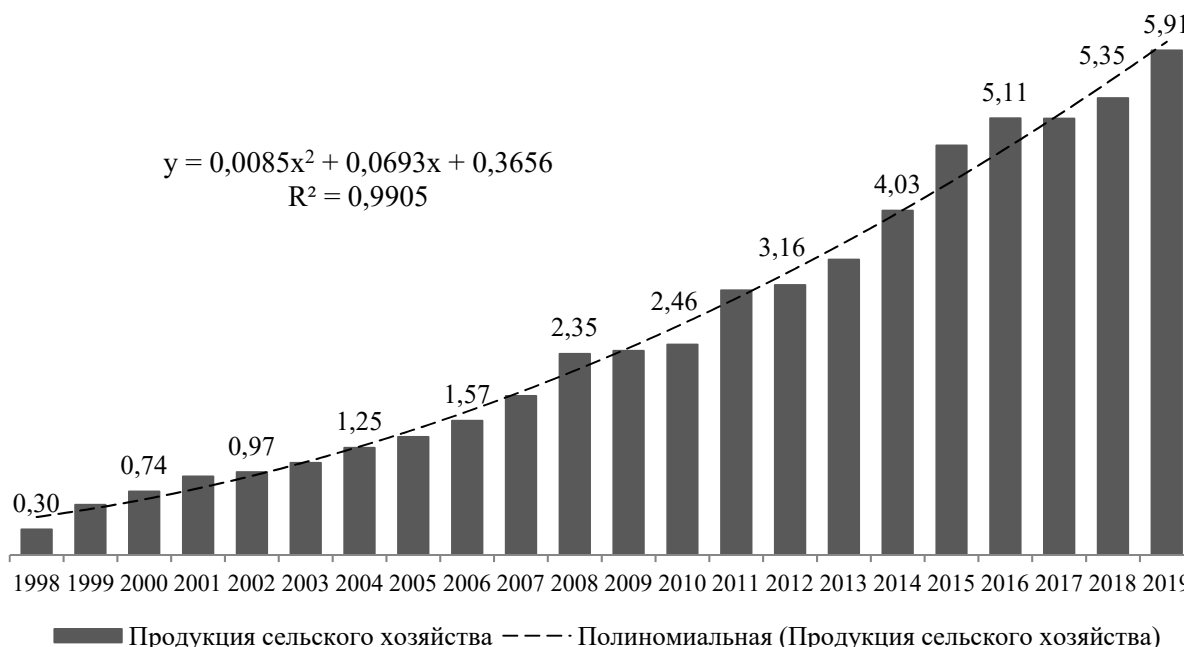


Рис. 1. Динамика производства продукции сельского хозяйства России, произведенной всеми категориями хозяйств за 1998-2019 гг., трлн руб.

Источник: построено автором по данным Росстата

Отраслевая структура сельского хозяйства на протяжении всего исследуемого периода 1998-2019 гг. претерпела определенные изменения, возросла доля продукции отрасли растениеводства на 5,3 п.п., а животноводства соответственно упала (рис. 2)

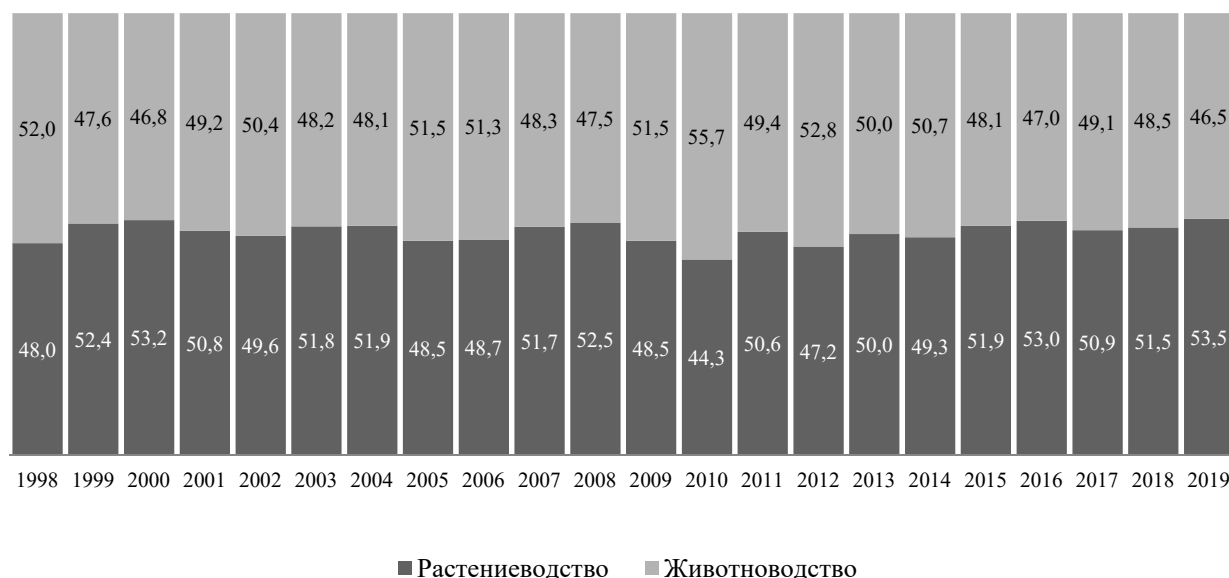


Рис. 2. Отраслевая структура производства продукции сельского хозяйства России, произведенной всеми категориями хозяйств за 1998-2019 гг., %

Источник: построено автором по данным Росстата

В среднем за период 1998-2019 гг. доля отрасли животноводства составляла 50,4 %, при этом максимальная доля (55,7 %) отмечается в 2010 году, а минимальная (46,5 %) – в 2019 году. Наблюдается тенденция снижения роли отрасли животноводства.

Поскольку Российская Федерация имеет значительную территорию и в ее состав входят регионы, которые имеют значительные отличия в географическом положении, различный природно-климатический потенциал, а также традиционную сложившуюся специализацию и обусловленный ею тип хозяйствования, постольку считаем целесообразным рассмотреть динамику производства продукции сельского хозяйства в разрезе федеральных округов. Все федеральные округа за 2005-2019 гг. имеют устойчивую динамику роста производства продукции сельского хозяйства. Максимальный рост производства продукции сельского хозяйства отмечается в Центральном федеральном округе – в 5,6 раза, а минимальный рост – в Дальневосточном федеральном округе – 3,1 раза. Сложившиеся тенденции подтверждаются тем фактом, что за анализируемый период в Центральном федеральном округе самый высокий средний темп прироста производства продукции сельского хозяйства за анализируемый период – 27,0 %. Также высокий средний темп прироста отмечается в Южном федеральном округе – 24,6 %, и в Северо-Кавказском – 24,0 %. Вместе с тем, в Дальневосточном федеральном округе средний темп прироста составил всего 17,4 %, а в 2018-2019 гг. в округе отмечается даже снижение производства продукции АПК [6].

В силу различного природно-климатического потенциала, уровня развития отраслей и влияния других факторов, вклад федеральных округов в производство сельскохозяйственной продукции страны существенно отличается [5]. Проведенный анализ структуры производства продукции сельского хозяйства в Российской Федерации в 2005-2019 гг. показал, что более 60 % продукции АПК производят три федеральных округа: Центральный федеральный округ, доля которого колеблется в интервале 21,2-28,0 %; Приволжский федеральный округ, на его долю приходится от 22,3 % до 25,7 % и Южный федеральный округ, который занимает от 15,1 % до 17,6 % валового производства продукции сельского хозяйства страны (рис. 3).

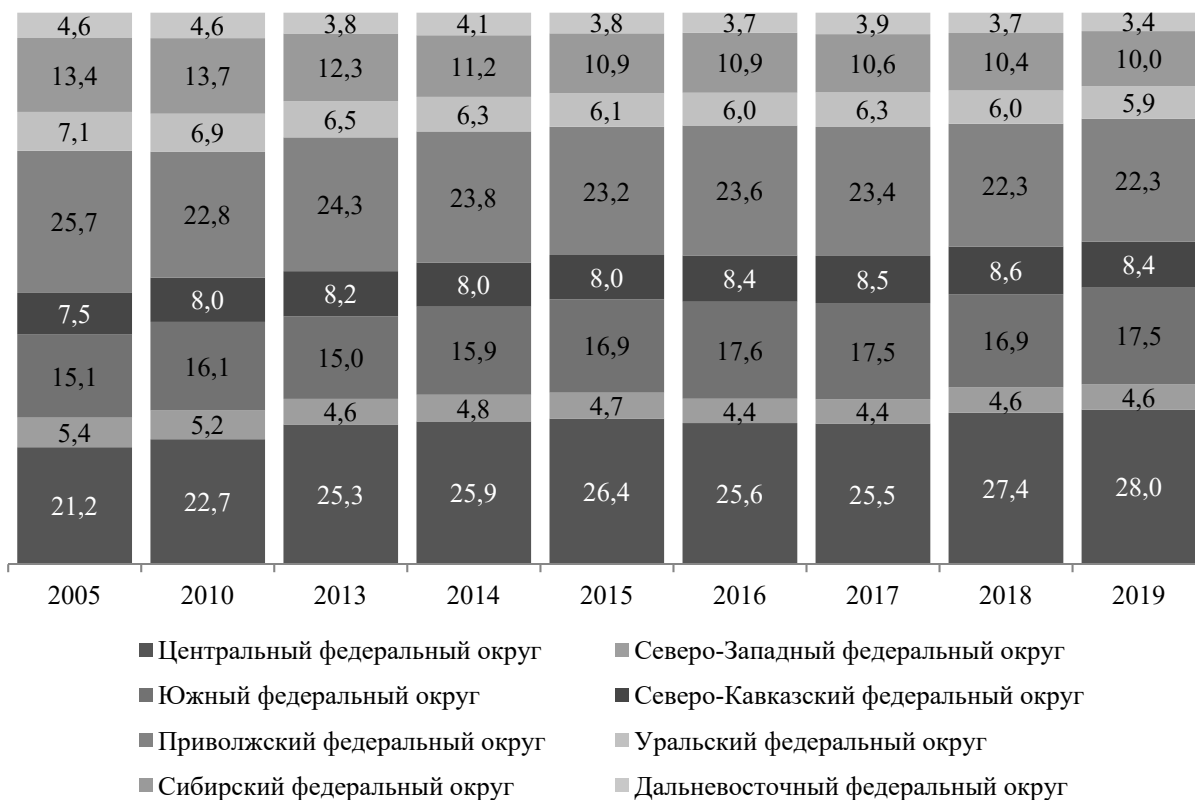


Рис. 3. Структура производства продукции сельского хозяйства, произведенной всеми категориями хозяйств, по федеральным округам за 2005-2019 гг., %
 Источник: построено автором по данным Росстата

Следует отметить, что в отдельных федеральных округах имеет место определенная специфика развития отраслей (рис. 4).

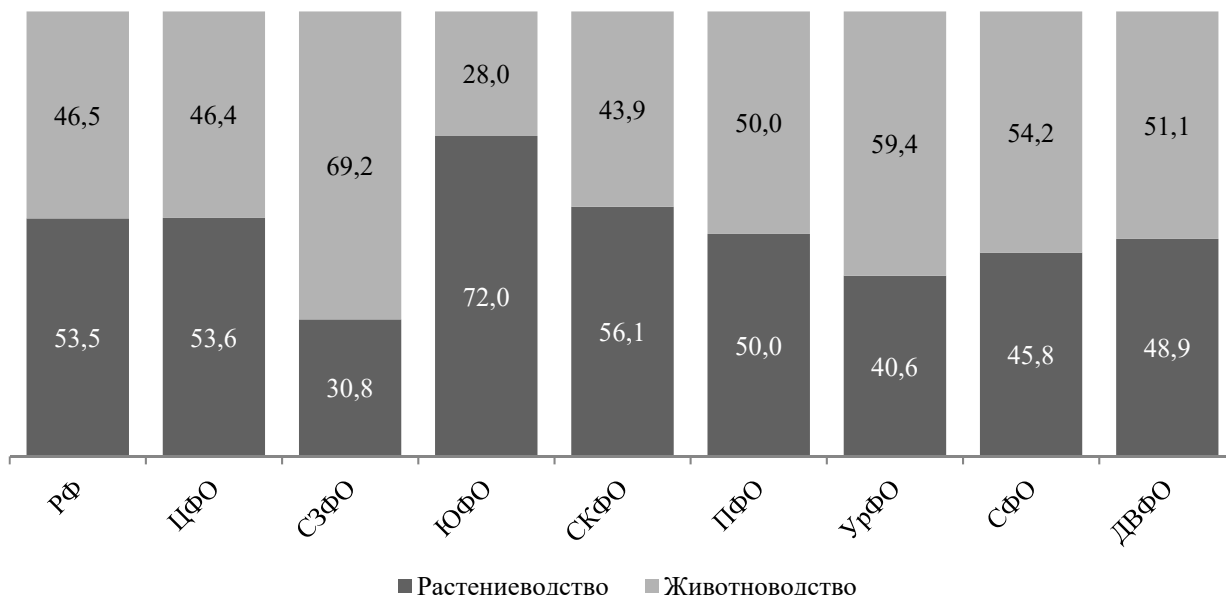


Рис. 4. Структура отраслей сельского хозяйства в Российской Федерации и федеральных округах в 2019 г., %
 Источник: построено автором по данным Росстата

Так, по состоянию на 2019 год в Северо-Западном федеральном округе преобладает отрасль животноводства – его доля составляет 69,2 %, а в Южном федеральном округе – 72,0

% производимой продукции приходится на продукцию отрасли растениеводства. В остальных федеральных округах отрасли развиваются пропорционально.

Максимальное количество зерновых и зернобобовых культур произведено в Южном федеральном округе, где в 2018 году валовой сбор составил 29157,6 тыс. т зерна, а подсолнечника в Приволжском федеральном округе – 4701,3 тыс. т [7]. В Центральном федеральном округе сосредоточено производство сахарной свеклы, здесь ее было получено 57,0 % от всего валового производства сахарной свеклы в Российской Федерации. По производству скота и птицы выделяется Центральный федеральный округ, в котором произведено 38,2 % скота и птицы в убойном весе. Приволжский федеральный округ занял первое место по производству яиц – 11281,7 млн шт. (25,1 % от валового производства яиц в стране) (рис. 5).

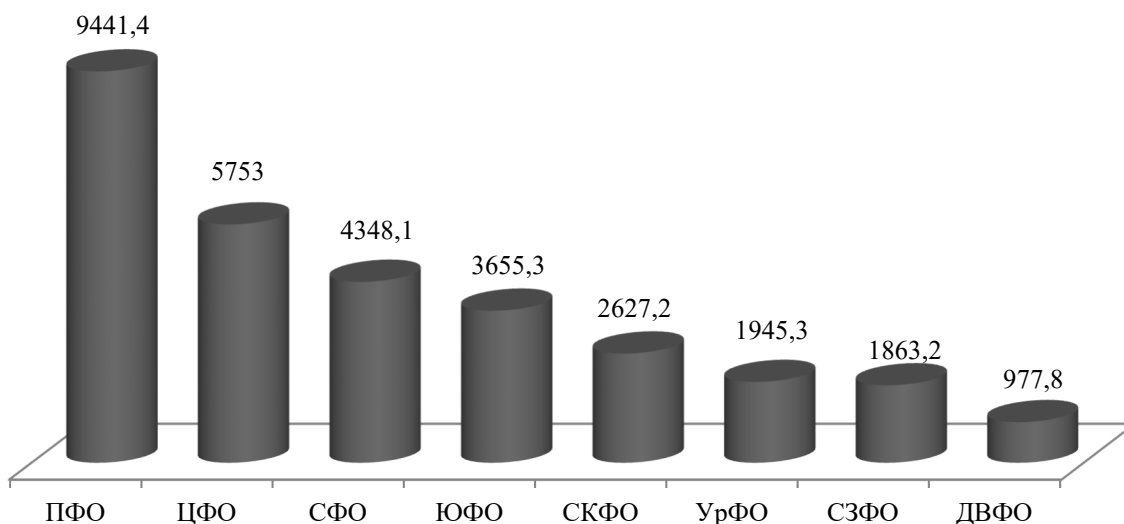


Рис. 5. Рейтинг федеральных округов по производству молока в 2018 г., тыс. т
Источник: построено автором по данным Росстата

Что касается, молока, то лидером по его производству остается Приволжский федеральный округ, где в 2018 году было произведено 9441,4 тыс. т молока, что составляет 30,8 % от всего производства в России. Вторую позицию занимает Центральный федеральный округ, где было произведено 5753,0 тыс. т молока (18,8 % от валового производства в стране). Минимальное производство молока можно отметить в Дальневосточном федеральном округе – 977,8 тыс. т, что обуславливается природно-климатическими условиями и исторически обусловленным укладом ведения агропромышленного производства [7].

В Центральном федеральном округе следует выделить Центрально-Черноземный экономический регион, как сложившееся организационно-экономическое формирование. На долю ЦЧР приходится 50,3 % национального производства сахарной свеклы, 30,3 % скота и птицы на убой, 24,1 % подсолнечника, 17,7 % зерновых культур и 10,2 % яиц.

Субъекты, входящие в Центрально-Черноземный регион, также добились высоких производственных результатов. В частности, в Воронежской области по состоянию на 2018 год было произведено максимальное среди всех субъектов ЦЧР количество зерновых и зернобобовых культур – 4764,1 тыс. тонн, подсолнечника – 1099,7 тыс. тонн, сахарной свеклы – 5084,4 тыс. тонн и молока – 904,8 тыс. тонн. В Белгородской области было получен максимальный в ЦЧР объем производства скота и птицы на убой – 1322,9 тыс. тонн и яиц – 1658,1 млн. шт. [8].

Также, в ЦЧР в 2018 году было произведено 8,5 % от валового производства молока в Российской Федерации, что в натуральном выражении составило 2293,7 тыс. т (рис. 6).

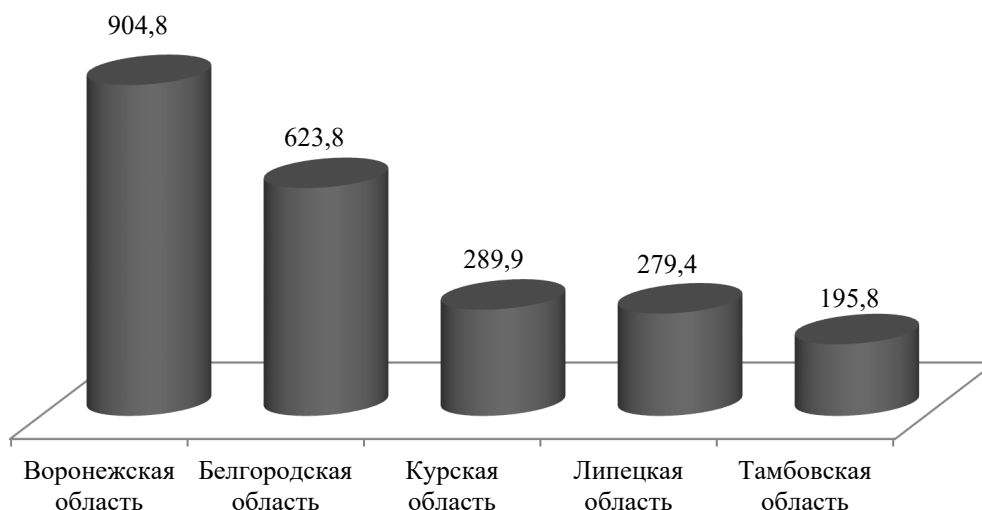


Рис. 6. Рейтинг субъектов ЦФР по производству молока в 2018 г., тыс. т

Источник: построено автором по данным Росстата

На основании данных, приведенных на рисунке 6 можно отметить, что максимальный объем молока был произведен в Воронежской области – 907,8 тыс. т, что составляет 39,4 % от производства молока в ЦФР и 3,4 % от национальным производством молока. Вторую позицию занимает Белгородская область, где было произведено 623,8 тыс. т молока. Минимальный объем производства отмечается в Тамбовской области – 195,8 тыс. т.

Таким образом, есть все основания утверждать, что сельскохозяйственное производство играет большую роль в развитии экономики страны и региона. Вместе с тем, агропромышленное производство в каждом из федеральных округов имеет определенную специфику, что обуславливается значительным разнообразием природно-климатических условий на территории Российской Федерации. Максимальный объем производства сельскохозяйственной продукции отмечается в Центральном, Приволжском и Южном федеральных округах, где совокупно производится более 60 % продукции АПК. На основании данных об объеме производства молока в разрезе федеральных округов и субъектов Центрально-Черноземного региона, можно утверждать, что молочное скотоводство занимает одно из ведущих мест в экономике агропромышленного комплекса, однако вопросу развития отрасли молочного скотоводства не уделяется должного внимания. Не смотря на это, в Центрально-Черноземном регионе и его субъектах есть все предпосылки для наращивания объемов производства молока, что возможно только при разработке научно-обоснованной стратегии развития отрасли.

Библиография

1. Китаёв Ю.А., Китаёва О.В. Молочное скотоводство Белгородской области: проблемы и перспективы // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : материалы XXIII международной научно-производственной конференции. Майский. 2019. С. 230-231.
2. Кравченко Д.П. Развитие молочного скотоводства в Белгородской области // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII международной научно-производственной конференции. 2018. С. 12-14.
3. Минаков И.А. Развитие молочного скотоводства в условиях формирования продовольственной безопасности // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 2. С. 427.
4. Национальные счета России в 2014-2018 годах: Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13221> (дата обращения: 28.08.2020)
5. Никонова Н.А. Территориальные особенности динамики производства молока // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 6. С. 56-61.
6. Российский статистический ежегодник. 2019. Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 26.08.2020).
7. Россия в цифрах. 2020. Крат. стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12993> (дата обращения: 28.08.2020).

8. Сельское хозяйство в России. 2019: Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226> (дата обращения: 25.08.2020).
9. Терновых К.С., Коробков Е.В. Мясное скотоводство России: состояние и ориентиры развития // Московский экономический журнал. 2020. № 2. С. 25.

References

1. Kitaev Yu.A., Kitaeva O.V. Dairy cattle breeding of the Belgorod region: problems and prospects // Innovative solutions in agricultural science - a look into the future: materials of the XXIII international scientific and production conference. May. 2019.S. 230-231.
2. Kravchenko D.P. Development of dairy cattle breeding in the Belgorod region // Organic agriculture: problems and prospects: materials of the XXII international scientific and production conference. 2018.S. 12-14.
3. Minakov I.A. The development of dairy cattle breeding in the context of the formation of food security // Science and Education. 2020.Vol. 3.No. 2.P. 427.
4. National accounts of Russia in 2014-2018: Stat. Sat. [Electronic resource]. - Access mode: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13221> (date of access: 28.08.2020)
5. Nikonova N.A. Territorial features of the dynamics of milk production // Economy of agriculture of Russia. 2020. No. 6. S. 56-61.
6. Russian statistical yearbook. 2019. Stat. Sat. [Electronic resource]. - Access mode: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (date of access: 26.08.2020).
7. Russia in numbers. 2020. Krat. stat. Sat. [Electronic resource]. - Access mode: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12993> (date of access: 28.08.2020).
8. Agriculture in Russia. 2019: Stat. Sat. [Electronic resource]. - Access mode: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226> (date of access: 25.08.2020).
9. Ternovykh K.S., Korobkov E.V. Meat cattle breeding in Russia: state and development guidelines // Moscow Economic Journal. 2020. No. 2.P. 25.

Сведения об авторе

Китаёв Юрий Александрович, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.: +74722 39-26-97, e-mail: yurgenk@inbox.ru

Information about author

Kitaev Yuriy Aleksandrovich, PhD in economics, head of the Department of economic theory and economics of 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. +74722 39-26-97, e-mail: yurgenk@inbox.ru

УДК 658.155:005.7

Т.И. Наседкина, Л.Н. Груздова

АНАЛИЗ ДОХОДНОСТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Аннотация. Стабильное финансово-хозяйственное положение организации обуславливает, прежде всего, постоянный устойчивый рост производительности труда, фондоотдачи, рентабельности производства и выполнение плана по получению прибыли. Так как эффективность функционирования любой сельскохозяйственной организации связана с ее способностью получать прибыль, то необходимо по данным годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности систематически проводить анализ показателей финансового состояния. В статье представлены результаты проведенного анализа финансового состояния предприятия за 2017-2019 гг. по данным СПК «Колхоз имени Горина», являющегося специализированным в отрасли свиноводства с развитым молочным животноводством и производством зерновых, кормовых и технических культур. Особое внимание авторами уделено анализу состава, структуры и динамики показателей доходов и расходов организации, прибыли, рентабельности. При проведении расчетов установлено, что кооператив эффективно функционирует, но значения финансовых показателей заметно снижаются, поэтому целесообразно осуществлять мероприятия, которые будут оказывать благоприятное влияние на его развитие. По материалам данного предприятия рассчитаны резервы роста прибыли за счет увеличения объемов продаж основных видов продукции, повышения качества продаваемой продукции. Причем, авторы акцентируют внимание на том, что в практической деятельности при разработке мероприятий, необходимо учитывать не только внешние факторы, которые оказывают влияние на экономические показатели деятельности, но и внутренние факторы, которые определяют успешную эффективную работу предприятия. Как правило с внутренними факторами связаны следующие основные направления увеличения прибыли: увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции; снижение себестоимости продукции; повышение качества продукции, а также выпуск новых ее видов улучшенного качества; повышение эффективности прочих хозяйственных и коммерческих операций; сокращение управленческих расходов. Предложенные в статье расчеты имеют практическую значимость для данной организации.

Ключевые слова: рентабельность, прибыль, эффективность, доходы, расходы.

PROFITABILITY ANALYSIS AS A MANAGEMENT TOOL ORGANIZATION

Abstract. The stable financial and economic situation of the organization determines, first of all, the constant steady growth of labor productivity, return on funds, profitability of production and the implementation of the plan for profit. Since the effectiveness of any agricultural organization is related to its ability to make a profit, it is necessary to systematically analyze the indicators of financial condition according to the annual accounting (financial) statements. The article presents the results of the analysis of the financial condition of the enterprise for 2017-2019 according to the SEC "Gorin collective Farm", which is specialized in the pig industry with developed dairy farming and production of grain, feed and industrial crops. Special attention is paid to the analysis of the composition, structure and dynamics of indicators of income and expenses of the organization, profit, profitability. During the calculations, it was found that the cooperative is functioning effectively, but the values of financial indicators are significantly reduced, so it is advisable to implement measures that will have a favorable impact on its development. Based on the materials of this enterprise, the reserves for profit growth are calculated due to an increase in sales of main types of products, improving the quality of products sold. Moreover, the authors emphasize that in practice, when developing measures, it is necessary to take into account not only external factors that affect economic performance, but also internal factors that determine the successful effective operation of the enterprise. Usually internal factors are related to the following main areas of increase in profit: increase production of agricultural products; reduce production costs; improve product quality and production of its new VI-Dov superior quality; improving the efficiency of other business and commercial operations; reducing management costs. The calculations proposed in the article are of practical significance for this organization.

Keywords: profitability, profit, efficiency, income, expenses.

Введение. В настоящее время, эффективность функционирования любой сельскохозяйственной организации связана прежде всего с ее способностью получать необходимую прибыль, а провести оценку позволяет анализ финансового состояния, в результате которого как правило получают ответы на интересующие организацию вопросы:

- насколько являются стабильными полученные доходы и произведенные расходы;
- какие показатели отчета о финансовых результатах можно использовать при прогнозировании финансовых результатов деятельности;
- насколько производительны затраты, которые осуществлялись;
- насколько эффективны вложения капитала в осуществляемую деятельность.

Как известно, в сложившихся рыночных условия основными факторами, которые определяют благополучное функционирование организаций, являются эффективное управ-

ление бизнесом, поиск резервов рационального использования ресурсов, расширение основной деятельности, и поэтому основной целью деятельности организаций является получение прибыли, а показателями, которые характеризуют эффективное функционирование организации, являются прибыль и рентабельность [2, 5]. Поэтому, каждое предприятие стремится максимизировать прибыль и повысить уровень рентабельности.

Следовательно, анализ доходности организации целесообразно осуществлять на основе данных годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности, в частности отчета о финансовых результатах [3, 4].

Данное исследование проводилось на основе показателей бухгалтерской (финансовой) отчетности СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района, который является крупным специализированным хозяйством по производству свинины с развитым молочным животноводством и производством зерновых, кормовых и технических культур. Продукция растениеводства широко используется для собственного кормопроизводства.

СПК «Колхоз имени Горина» не только занимается производством сельскохозяйственной продукции, но и производит различные виды сельскохозяйственного сырья, перерабатывает его и реализует в виде готовой промышленной продукции под собственным торговым брендом «Горин Продукт» с помощью своих дочерних предприятий - Мясокомбината «Бессоновский» и Торгового Дома. На реализуемую продукцию, выполнение работ и предоставление услуг организация самостоятельно устанавливает цены и тарифы, и самостоятельно планирует свою производственно-хозяйственную деятельность. Основу планов составляют договоры, заключаемые с потребителями продукции, работ, услуг, а также с поставщиками материально-технических и иных ресурсов.

На данном предприятии, экономическая целесообразность деятельности определяется полученными доходами, а доходность рассчитывают при использовании абсолютных и относительных показателей. Причем, абсолютные показатели представлены показателями доходов и расходов, а относительные характеризуются показателями рентабельности, которые оценивают эффективность всей деятельности и использования активов, капитала.

Основная часть. При проведении анализа доходности, его основной целью является выявление резервов повышения прибыли и рентабельности кооператива. Поэтому, анализ финансовых результатов деятельности предприятия начинают с изучения состава, структуры и динамики показателей доходов и расходов предприятия. Так как доходы и расходы предприятия оказывают влияние на процесс формирования финансового результата, то по их значениям определяют рациональность, эффективность и стабильность развития организации. Анализ показателей доходов и расходов представлен в таблице 1.

Оценив показатели таблицы, можно отметить, что в отчетном году общий размер доходов СПК «Колхоз имени Горина» составил 2087455 тыс. руб., что на 174315 тыс. руб. меньше размера доходов базисного года. Существенное влияние на их снижение оказало как сокращение выручки от продаж на 115775 тыс. руб., так и снижение прочих доходов организации на 58540 тыс. руб.

Однако, величина расходов кооператива за анализируемый период имеет тенденцию к увеличению. В отчетном году расходы составили 1791887 тыс. руб., что на 40814 тыс. руб. больше уровня базисного года. Такая тенденция связана, прежде всего, с увеличением прочих расходов в 2019 г. на 61758 тыс. руб. по сравнению с 2017 г. и процентов к уплате на 8827 тыс. руб. Заметим, что такая статья отчетности как себестоимость продаж за анализируемый период снизилась на 29771 тыс. руб. относительно базисного года и в отчетном году составила 1570327 тыс. руб.

В результате изменений, которые наблюдаются в составе доходов и расходов за исследуемый период, чистая прибыль СПК «Колхоз имени Горина» уменьшилась в отчетном году на 214901 тыс. руб. в сравнении с базисным годом, а коэффициент соотношения доходов и расходов снизился в 2019 г. на 0,13 и составляет 1,16.

Таблица 1 – Показатели состава доходов и расходов

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Отклонение 2019г. от 2017г. (+; -)
Доходы - всего,	2261770	2262888	2087455	-174315
в т. ч.: выручка от продаж	2038362	2117899	1922587	-115775
прочие доходы	223408	144989	164868	-58540
Расходы - всего,	1751073	1908193	1791887	40814
в т. ч.: себестоимость продаж	1600098	1677515	1570327	-29771
проценты к уплате	-	4253	8827	8827
прочие расходы	150975	226425	212733	61758
Чистая прибыль	524122	372882	309221	-214901
Коэффициент соотношения доходов и расходов	1,29	1,19	1,16	-0,13

Важно отметить, что такой показатель как прибыль, является итоговым результатом деятельности каждого предприятия и требует к себе пристального внимания, а причины зависят как от правильной и полной уплаты налогов, так до принятия наиболее правильных управленческих решений. Однако, прибыль характеризует не весь доход, который получен организацией от осуществления предпринимательской деятельности, а только часть дохода, за вычетом понесённых затрат. Следовательно, в количественном выражении прибыль выступает как остаточный показатель, представляющий собой разность между совокупными доходами и совокупными затратами в процессе своей финансово-хозяйственной деятельности. Поэтому, в процессе анализа, необходимо изучить состав и динамику прибыли СПК «Колхоз имени Горина», представленную в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ показателей прибыли, тыс. руб.

Показатели	Годы			Отклонение (+; -) 2019г. от	
	2017	2018	2019	2017г.	2018г.
Валовая прибыль	438264	440384	352260	-86004	-88124
Прибыль от продаж	438264	440384	344654	-93610	-95730
Проценты к получению	24274	25280	31183	6909	5903
Прочие доходы	223408	144989	164868	-58540	19879
Прибыль до налогообложения	534972	379976	319145	-215827	-60831
Чистая прибыль	524122	372882	309221	-214901	-63661

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в 2019 г. значения всех видов прибыли имеют тенденцию к снижению как по сравнению с базисным, так и предыдущим годами. Так, валовая прибыль, которая представляет собой разницу между выручкой и себестоимостью продаж, в отчетном году по сравнению с базисным сократилась на 86004 тыс. руб. и составила 352260 тыс. руб. За счет коммерческих расходов организации снизилась прибыль от продаж и составила в 2019 году 344654 тыс. руб.

Однако, сумма процентов к получению в 2019 году возросла на 6909 тыс. руб. в сравнении с базисным и на 5903 тыс. руб. с 2018 годом и составили 31183 тыс. руб. Но наблюдаем снижение прочих доходов на 58540 тыс. руб. в сравнении с базисным годом и их увеличение на 19879 тыс. руб. с 2018 годом.

Все вышеперечисленные моменты повлекли за собой снижение прибыли до налогообложения в 2019 году и чистой прибыли в сравнении с анализируемыми годами. Наглядно, представим состав и динамику прибыли в СПК «Колхоз имени Горина» на рисунке 1.

Как известно, основная цель СПК «Колхоз имени Горина» заключается в получении прибыли, которая в свою очередь, представляет абсолютную доходность предприятия. Но, не всегда при помощи абсолютных показателей мы можем делать выводы о достаточном уровне доходности, а поэтому целесообразно применять при анализе относительные показатели доходности - рентабельности.

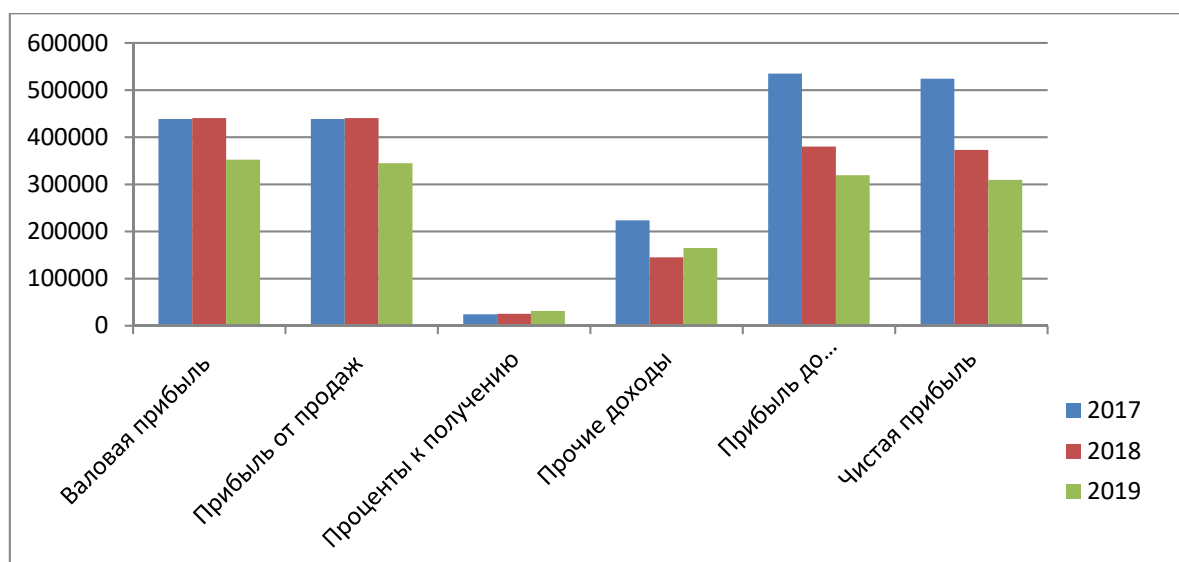


Рис.1. Состав и динамика прибыли

Показатели рентабельности характеризуют эффективность работы предприятия в целом, а также позволяют оценить доходность различных направлений деятельности (например: производственной, предпринимательской, инвестиционной), размер окупаемости затрат. Таким образом, показатели рентабельности более полно, чем прибыль, позволяют отразить окончательные результаты хозяйственной деятельности, так как их величина показывает соотношение эффекта с имеющимися или используемыми ресурсами. Кроме того, они необходимы и для оценки деятельности предприятия как основного инструмента в инвестиционной политике и ценообразовании.

Рассмотрим анализ показателей рентабельности СПК «Колхоз имени Горина», представленный в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видно, что в 2019 году по сравнению с предыдущими периодами прослеживается тенденция снижения значений показателей рентабельности. Так уровень рентабельности продукции по сравнению с 2017 г. уменьшился на 5,5 % и составил 21,9 %, это означает, что уровень окупаемости затрат на предприятии снизился. Уровень рентабельности продаж в отчетном году равен 17,9 %, что меньше уровня базисного года на 3,6%, это значит, что кооператив стал получать меньше прибыли с каждого рубля продаж.

Таблица 3 – Анализ показателей рентабельности, %

Показатели	Годы			Отклонение 2019г. от 2017г (+/-)
	2017	2018	2019	
Рентабельность продукции (окупаемость затрат)	27,4	26,3	21,9	-5,5
Рентабельность продаж	21,5	20,8	17,9	-3,6
Рентабельность совокупного капитала	12,2	7,7	6,1	-6,1
Рентабельность текущих активов	30,9	17,4	14,7	-16,2
Рентабельность активов	12,4	7,8	6,2	-6,2
Рентабельность производства	32,8	22,2	19,7	-13,1
Финансовая рентабельность	12,5	8,1	7,6	-4,9

Уровень рентабельности совокупного капитала в 2019 г. составил всего 6,1%, что меньше уровня 2017 г. на 6,1%, снижение данного показателя сигнализирует о неэффективности использования активов: запасов, денежных средств, оборудования и т.д. Снижение уровня рентабельности текущих активов в отчетном году по сравнению с базисным на 16,2% отражает снижение эффективности использования оборотных активов. Рентабельность активов в отчетном году снизилась по сравнению с базисным на 6,2%, это означает, что снижается отдача от использования активов предприятия. Рентабельность производства продукции в отчетном году на 13,1% меньше базисного, это говорит о снижении эффективности произ-

водства кооператива. Снижение уровня финансовой рентабельности в отчетном году по сравнению с базисным на 4,9% отражает снижение эффективности инвестирования средств в предприятие.

Таким образом, на основании рассмотренных показателей, можно сделать вывод, что в целом кооператив эффективно функционирует, но значения финансовых показателей заметно снижаются, поэтому целесообразно осуществлять мероприятия, которые будут оказывать благоприятное влияние на его развитие. В этой связи требуется разработка мероприятий, ориентированных на то, чтобы выполнять план по продажам продукции, что позволит увеличить сумму прибыли, а расчеты необходимо производить по каждому из видов продукции, что обеспечит возможность более точной оценки деятельности предприятия.

Стоит заметить, что, как правило, в практической деятельности при разработке мероприятий, необходимо учитывать не только внешние факторы, которые оказывают влияние на экономические показатели деятельности, но и внутренние факторы, которые определяют успешную эффективную работу предприятия. С внутренними факторами связаны следующие основные направления увеличения прибыли:

- увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции;
- снижение себестоимости продукции;
- повышение качества продукции, а также выпуск новых ее видов улучшенного качества;
- повышение эффективности прочих хозяйственных и коммерческих операций;
- сокращение управленческих расходов.

СПК «Колхоз имени Горина», как и любому другому предприятию, важно не только сохранять прибыль, но и получать наибольшую сумму выручки от продаж продукции. Для того, чтобы обеспечить устойчивое увеличение прибыли от продаж требуется постоянно оценивать возможные каналы ее дополнительного получения, которые являются количественно измеримыми, т.е. определять резервы. Возможные резервы увеличения выручки, а следовательно и прибыли в данной организации представлены на рисунке 2.

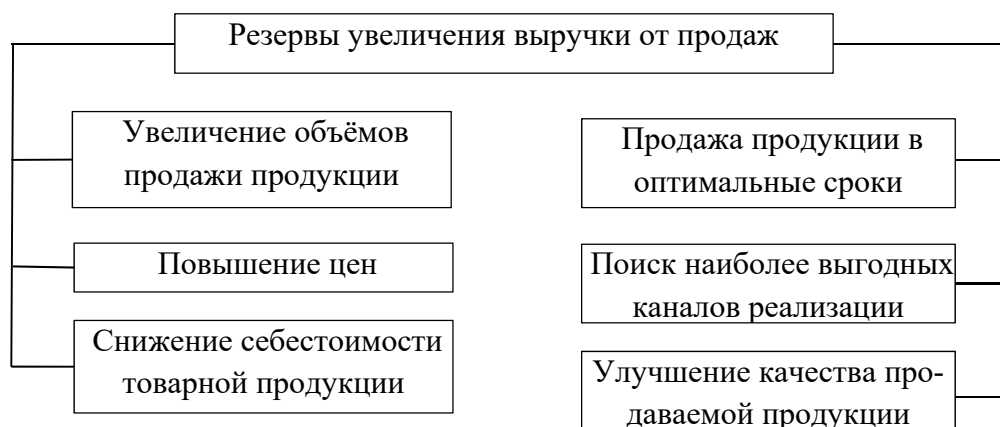


Рис. 2. Резервы увеличения выручки от продаж продукции

По материалам данного предприятия рассмотрим резервы роста прибыли за счет увеличения объемов продаж основных видов продукции в таблице 4.

Полученные расчеты позволяют сделать вывод, что в связи с потерями при продаже продукции в разнице физического и зачетного веса, предприятие не дополучило определенную сумму выручки. Так, по зерновым культурам недополучено 269,33 тыс. руб., семенам масличных культур 547 тыс. руб. Таким образом, при увеличении удельного веса продукции сумма, выручки за возможный объем реализации в СПК «Колхоз имени Горина» могла бы увеличиться на 1632,33 тыс. руб.

Таблица 4 – Резервы роста прибыли за счет увеличения объемов продаж, 2019г.

Вид продукции	Продано продукции, ц		Резерв объемов продаж, ц	Средняя цена продажи 1 ц, руб.	Себестоимость 1 ц продукции, руб.	Резерв суммы прибыли, тыс. руб.
	план	факт				
Свиньи в живом весе	131500	130666	834	8605,08	7281,93	1103,51
Молоко	208500	207290	1210	2499,79	1787,11	862,34
КРС в живом весе	14000	13706	294	10784,26	8617,85	636,92
Итого	-	-	-	-	-	2602,77

Из данных таблицы можно сделать вывод, что увеличение прибыли в 2019 году обеспечивается за счет роста объемов продаж основных видов продукции, которые на предприятии являются прибыльными.

Так, резерв увеличения объема продаж свиней в живом весе в количестве 834 ц. обеспечивает получение дополнительной прибыли в размере 1103,51 тыс. руб., по молоку дополнительная сумма прибыли составляет 862,34 тыс. руб., а объём продаж КРС в живом весе 294 ц. позволяет получить прибыль в размере 636,92 тыс. руб.

Таким образом, за счет доведения объемов продаж основных видов продукции до планового уровня, при сложившихся фактических ценах реализации и полученной себестоимости на предприятии, позволил бы СПК «Колхоз имени Горина» получить дополнительно 2602,77 тыс. руб. прибыли, что благоприятно сказалось бы на финансовом состоянии кооператива.

Заметим, что одним из факторов, влияющих на сумму выручки, получаемую от продажи сельскохозяйственной продукции, является её качество. Причем, под качеством сельскохозяйственной продукции понимают совокупность свойств, которые обуславливают определенный уровень удовлетворения потребностей в соответствии с назначением данной продукции.

При осуществлении практической деятельности считается, что к показателям качества сельскохозяйственной продукции относят соотношение между физическим и зачетным весом. Но, чаще всего зачетная масса оказывается ниже, так как реализуется не всегда продукция высокого качества, соответствующая всем нормам, т.е. значительно меньше её физической массы, поэтому, к резерву роста прибыли на предприятии можно отнести улучшение качества товарной продукции [1]. Данный метод следует применять к продукции растениеводства. Расчет резерва по увеличению выручки за счет улучшения качества реализованной продукции представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет потерь от снижения качества проданной продукции, 2019г.

Вид продукции	Продано, ц		Потери, ц	Цена реализации, руб.	Коэффициент качества	Недополучено, тыс. руб.
	Физический вес	Зачетный вес				
Зерновые культуры	44520	44236	284	948,35	0,98	269,33
Семена масличных культур	39875	39583	292	1873,53	0,96	547,0
Итого	-	-	-	-	-	1632,33

Обобщим представленные резервы по увеличению выручки в СПК «Колхоз имени Горина» в таблице 6.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что общий объем увеличения суммы выручки на предприятии составляет 4235,10 тыс. руб., в том числе за счет улучшения качества продукции растениеводства на 1632,33 тыс. руб. и увеличения объемов продаж продукции на 2602,77 тыс. руб.

Таблица 6 – Обобщение резервов увеличения суммы выручки, тыс. руб.

Источник резерва	Виды продукции					Итого
	Свиньи в живом весе	КРС в живом весе	Молоко	Зерновые	Семена масличных культур	
За счет улучшения качества продукции	-	-	-	269,53	547,0	1632,33
За счет увеличения объемов продаж	1103,51	636,92	862,34	-	-	2602,77
Итого	1103,51	636,92	862,34	269,53	547,0	4235,10

Еще одним направлением повышения уровня доходности СПК «Колхоз имени Горина» может служить повышение цены реализации. Однако, проблемой кооператива является то, что в основном покупатели диктуют условия и цены, а не наоборот. Поэтому, больше всего прибыли кооператив теряет, уступая в цене на продукцию животноводства Мясокомбинату «Бессоновскому».

Так, за 2019 год средняя цена реализации свиней в живом весе в СПК «Колхоз имени Горина» сложилась на уровне 8605,08 руб. за 1 ц, а для Мясокомбината «Бессоновский» она составила 7236,8 руб. за 1 ц. Если учесть, что за 2019 год объем продаж Мясокомбинату «Бессоновский» составил 91066,5 ц, то проведя расчеты получаем, что кооператив недополучил 124604,4 тыс. руб. выручки за год.

Следовательно, для повышения прибыльности кооператива, считаем, что целесообразно увеличить цену реализации для Мясокомбината «Бессоновский» до среднего уровня.

Кроме того, еще одним моментом недополучения прибыли в отрасли свиноводства является снижение цены при продаже санитарного брака ИП Васильева по 5368,8 руб. за 1 ц, это значительно ниже рыночной, которая составляет 7152 руб. за 1 ц. А при годовом объеме продаж ИП Васильева 10764,37 ц, недополученная выручка кооператива составила 1783,2 тыс. руб. Поэтому, данному предприятию следует увеличить цену продаж ИП Васильева хотя бы до рыночной или искать другого покупателя санитарного брака с более выгодными условиями сотрудничества.

Таким образом, если учитывать все резервы по увеличению выручки, то организация могла бы повысить доходность и рентабельность основной деятельности.

Выводы. По результатам проведенного исследования, можно сделать вывод, что именно прибыль показывает положительный финансовый результат, а стремление к её получению мотивирует товаропроизводителей к увеличению объёмов производства продукции и минимизации затрат. Кроме того, стабильное финансово-хозяйственное положение организации обуславливает, прежде всего, постоянный стабильный рост производительности труда, фондоотдачи, рентабельности производства и продаж, а также выполнение плана по получению прибыли.

Таким образом, подводя итог вышерассмотренным способам повышения доходности СПК «Колхоз имени Горина» можно утверждать, что главными факторами, с помощью которых можно воздействовать на финансовый результат, являются:

- увеличение объемов продаж продукции;
- улучшение качества производимой и реализуемой продукции;
- изучение рынков сбыта и повышение цены реализации;
- реализация продукции на более выгодных условиях;
- увеличение в структуре продукции доли более рентабельных видов.

Заметим, что в настоящее время предприятию важно обеспечить своевременный и выгодный сбыт продукции, так как от этого зависит финансовый результат деятельности [1].

Реализация на практике предложенных мероприятий, на наш взгляд, позволит осуществлять более эффективную финансовую работу, повысить финансовую стабильность и конкурентоспособность организации, так как наибольшее увеличение прибыли возможно

при реализации продукции и этого можно добиться при одновременном позитивном влиянии всех выше перечисленных факторов.

Кроме того, прибыль от продаж ещё больше можно увеличить, если влияние внутренних факторов (успешная деятельность данной организации) будет сопровождаться одновременным положительным воздействием внешних факторов, а особенно это касается совершенствования системы налогообложения, снижения цен на приобретаемые материальные ресурсы, процентные ставки по кредитам и др. [5]

Таким образом, выполнение обозначенных задач будет являться залогом осуществления эффективной финансовой политики, повышения стабильности и конкурентоспособности предприятия, а реализация предложенных резервов в свою очередь позволит сократить затраты на производство, себестоимость продукции и получить дополнительную прибыль в значительном объеме.

Библиография

1. Наседкина Т.И., Груздова Л.Н. Основные направления повышения экономической эффективности и платежеспособности организации. Экономика и предпринимательство. 2019. № 6 (107). С. 961-964.
2. Наседкина Т.И., Груздова Л.Н. Управление денежными потоками для оценки платежеспособности организации. Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 4 (20). С. 88-99.
3. Наседкина Т.И., Груздова Л.Н. Финансовая отчетность, основа оценки инвестиционной привлекательности организации. В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 342-344.
4. Решетняк Л.А., Груздова Л.Н. Формирование отчетной информации и анализ финансового состояния субъектов малого предпринимательства. Монография. Белгород, 2016.
5. Цыбулькина Л.М., Груздова Л.Н. Диагностика финансового состояния организации. В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 131.

References

1. Nasedkina T. I., Gruzдова L. N. the Main directions of improving the economic efficiency and solvency of the organization. Economics and entrepreneurship. 2019. No. 6 (107). Pp. 961-964.
2. Nasedkina T. I., Gruzдова L. N. cash flow Management for assessing the organization's solvency. Innovations in agriculture: problems and prospects. 2018. no. 4 (20). Pp. 88-99.
3. Nasedkina T. I., Gruzдова L. N. Financial statements, the basis for evaluating the investment attractiveness of the organization. In the collection: Problems and prospects of innovative development of agricultural technologies Materials of the XX International scientific and industrial conference. 2016. Pp. 342-344.
4. Reshetnyak L. A., Gruzдова L. N. Formation of reporting information and analysis of the financial condition of small businesses. Monograph. Belgorod, 2016.
5. Tsybulkina L. M., Gruzдова L. N. Diagnostics of the financial condition of the organization. In the collection: Materials of the international student scientific conference. 2017. P. 131.

Сведения об авторах

Наседкина Татьяна Ивановна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-26-04, e-mail:t.nasedkina2012@yandex.ru

Груздова Людмила Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+79192290996, e-mail: konf.econom@yandex.ru

Information about authors

Nasedkina Tatyana Ivanovna, doctor of economic Sciences, Professor of chair of accounting, analysis and Finance, 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 39-26-04, e-mail:t.nasedkina2012@yandex.ru

Gruzдова Lyudmila Nikolaevna, candidate of economic Sciences, associate Professor of chair of accounting, analysis and Finance, 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. +79192290996, e-mail: konf.econom@yandex.ru

УДК:657.1

Л.А. Решетняк

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТЧЕТА О ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ДЛЯ УПРАВЛЕНЦЕВ

Аннотация. Управленческая деятельность на предприятии невозможна без информационного обеспечения менеджеров различного уровня необходимой информацией. Причем эта информация должна быть полной, достоверной и полезной для управленцев. Такая информация формируется в бухгалтерском учете, а затем служит основой для составления отчетности. Основными формами отчетности, как известно, являются бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах, а также отчет о движении денежных средств. Но дело в том, что бухгалтерская финансовая отчетность составляется обычно в конце года, за редким исключением ежеквартально или ежемесячно, если это требуется по законодательству. Но для управления необходимо владеть информацией постоянно, причем полученной на основании фактических, а не плановых данных. Особенно это важно для сельскохозяйственных организаций, когда сезонность производства и особенность функционирования организаций АПК требует принятия неотложных мер по решению возникающих проблем. К тому же составляемая в конце года бухгалтерская финансовая отчетность направлена в основном на информирование внешних пользователей и главной ее задачей является привлечение инвестиций для дальнейшего развития предприятия. В статье показана значимость бухгалтерской финансовой отчетности в целом, в том числе такой основной ее формы, как отчет о финансовых результатах. Показана методика формирования финансовой отчетности. Представлены рекомендации по совершенствованию форм отчетности с целью повышения их информативности и полезности получаемой информации для управленческого персонала. Сделан вывод о том, что для управленческих нужд целесообразно составлять отдельные формы бухгалтерской финансовой отчетности ежеквартально. А при полезности такой информации это можно делать и ежемесячно.

Ключевые слова: бухгалтерская финансовая отчетность, бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, управленческий персонал, информация, финансовые результаты, управленческая отчетность.

INFORMATION AND ANALYTICAL VALUE OF THE FINANCIAL RESULTS REPORT FOR INTERNAL AND EXTERNAL USERS

Abstract. Management activity at the enterprise is impossible without providing managers of various levels with the necessary information. Moreover, this information should be complete, reliable and useful for managers. This information is generated in accounting, and then serves as the basis for reporting. The main forms of reporting, as is known, are the buchgalter balance sheet and the statement of financial results, as well as the statement of cash flows. But the fact is that accounting financial statements are usually prepared at the end of the year, with rare exceptions, quarterly or monthly, if required by law. But for management, you need to have information constantly, and obtained on the basis of actual, not planned data. This is especially important for agricultural organizations, when the seasonality of production and the peculiarity of the functioning of agricultural organizations requires urgent measures to solve emerging problems. In addition, the accounting financial statements prepared at the end of the year are mainly aimed at informing external users and their main task is to attract investment for further development of the enterprise. The article shows the importance of accounting financial statements in General, including its main form, such as the report on financial results. The method of forming financial statements is shown. Recommendations for improving the reporting forms in order to increase their informativeness and usefulness of the information received for management personnel are presented. It is concluded that it is advisable to prepare separate forms of accounting financial statements on a quarterly basis for management needs. And if this information is useful, you can do it on a monthly basis.

Keywords accounting financial statements, balance sheet, statement of financial results, management personnel, information, financial results, management reporting.

Бухгалтерская финансовая отчетность является основным источником информации для различных групп пользователей, преследующих определенные цели. Если это инвесторы, то их интерес заключается в получении информации о прибыльности и финансовой устойчивости организации с целью вложения средств в его развитие и получение дохода. Поставщиков интересует информация о платежеспособности организации с целью своевременности погашения обязательств. Работники заинтересованы исключительно в прибыльности организации для собственной финансовой стабильности, повышении заработной платы и

получения других преимуществ в виде социальных выплат, различного рода поощрений и т.д.

Однако вышеперечисленные пользователи бухгалтерской информации относятся к группе внешних пользователей. В то же время внутренние пользователи, к которым относятся управленческий персонал, должны постоянно владеть информацией, которая могла бы им позволить осуществлять постоянное руководство деятельностью организации с целью повышения финансовой устойчивости и получения прибыли. Все вышесказанное подтверждает актуальность темы исследования.

Целью исследования является определение путей возможного совершенствования отчета о финансовых результатах для повышения его информативности.

Объектом исследования явилось ООО «АгроСервис» Белгородского района.

Перед составлением годовой бухгалтерской финансовой отчетности, в состав которой входит отчет о финансовых результатах, в организации проводится определенная подготовительная работа. Выделяют следующие основные этапы подготовительной работы:

В соответствии с законодательством в обязательном порядке проводится инвентаризация активов (основных средств, материалов, готовой продукции, товаров, денежных средств и т.д.), а также финансовых обязательств организации (дебиторской и кредиторской задолженности). Инвентаризация активов - это проверка фактического наличия имущества и их соответствие данным бухгалтерского учета. В свою очередь, инвентаризация финансовых обязательств - это проверка и соответствие фактической задолженности данным договоров, актов сдачи-приемки, налоговых деклараций и т.д.[4].

Инвентаризации подлежит все активы организации независимо от его местонахождения и все виды финансовых обязательств.

Подготовительным этапом перед составлением годовой отчетности является закрытие операционных счетов в системе бухгалтерского учета. Закрытие счета предполагает отнесение затрат с конкретного счета на другие бухгалтерские счета. В результате чего остаток по данному счету остается нулевым, за исключением незавершенного производства.

Важным этапом при составлении отчетности является реформация бухгалтерского баланса – это процедура закрытия бухгалтерских счетов, на которых учитываются финансовые результаты деятельности организации. Это счета 90 «Продажи», 91 «Прочие доходы и расходы» и 99 «Прибыли и убытки». При закрытии этих счетов бухгалтер выявляет конечный финансовый результат производственной – финансовой деятельности организации за отчетный год путем сопоставления оборотов по счетам и начисления налога на прибыль. В ООО «АгроСервис» в отчетном периоде было начислено сумме 888 тыс. руб.

После того, как основные операционные счета были закрыты, определяют финансовые результаты от реализации продукции, работ и услуг. При этом закрывают счет 90 «Продажи», причем закрытие происходит внутри самого счета по субсчетам. Финансовый результат непосредственно от продажи произведенной продукции формируется по счету 90 на субсчете 90/9, с которого затем производится списание на счет 99 «Прибыли и убытки»: Дт 90 Кт 99 – отражена прибыль и Дт 99 Кт 90 - получен убыток от продажи продукции (работ, услуг).

Особенностью бухгалтерских записей на счете 90 «Прибыли и убытки» в ООО «АгроСервис» является то, что обороты по всем субсчетам закрываются ежемесячно. Путем сопоставления дебетовых и кредитовых оборотов выявляется финансовый результат от продажи продукции, который в дальнейшем заключительными записями перечисляется на счет 99 «Прибыли и убытки». Такой факт хозяйственной жизни называется формированием прибыли (убытка) от продаж. Сумма прибыли от продаж в ООО «АгроСервис» по данным отчетности составила в 2019 г. 138591 тыс. руб. При этом в бухгалтерском учете составляется запись: Дт 90 Кт 99 138591 тыс. руб.

Закрытие счета 91, на котором отражаются полученные в течение года прочие доходы и расходы производится аналогичным образом.

Для обобщения информации о формировании конечного финансового результата деятельности организации используют счет 99 «Прибыли и убытки». Сформированный на счете

99 «Прибыли и убытки» финансовый результат затем переносится на счет 84 «Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)». При этом производится дополнительная проводка: Дт 99 Кт 84 - отражена прибыль и Дт 84 Кт 99 – получен убыток. Сумма, раскрывающая финансовый результат должна быть отражена в отчете о финансовых результатах.

После того, как все корректировочные записи, связанные с закрытием операционных счетов отражены в бухгалтерских регистрах, выводятся результаты и сальдо по всем счетам для непосредственного составления годового отчета организации.

Конечный финансовый результат деятельности (чистая прибыль) ООО «АгроСервис», который складывается из финансового результата от обычных видов деятельности, а также прочих доходов и расходов на конец 2019 года составил 158631тыс. руб.

Формирование отчета о финансовых результатах строится по аналитическому принципу с разделением показателей на несколько информационных зон (рис. 1).

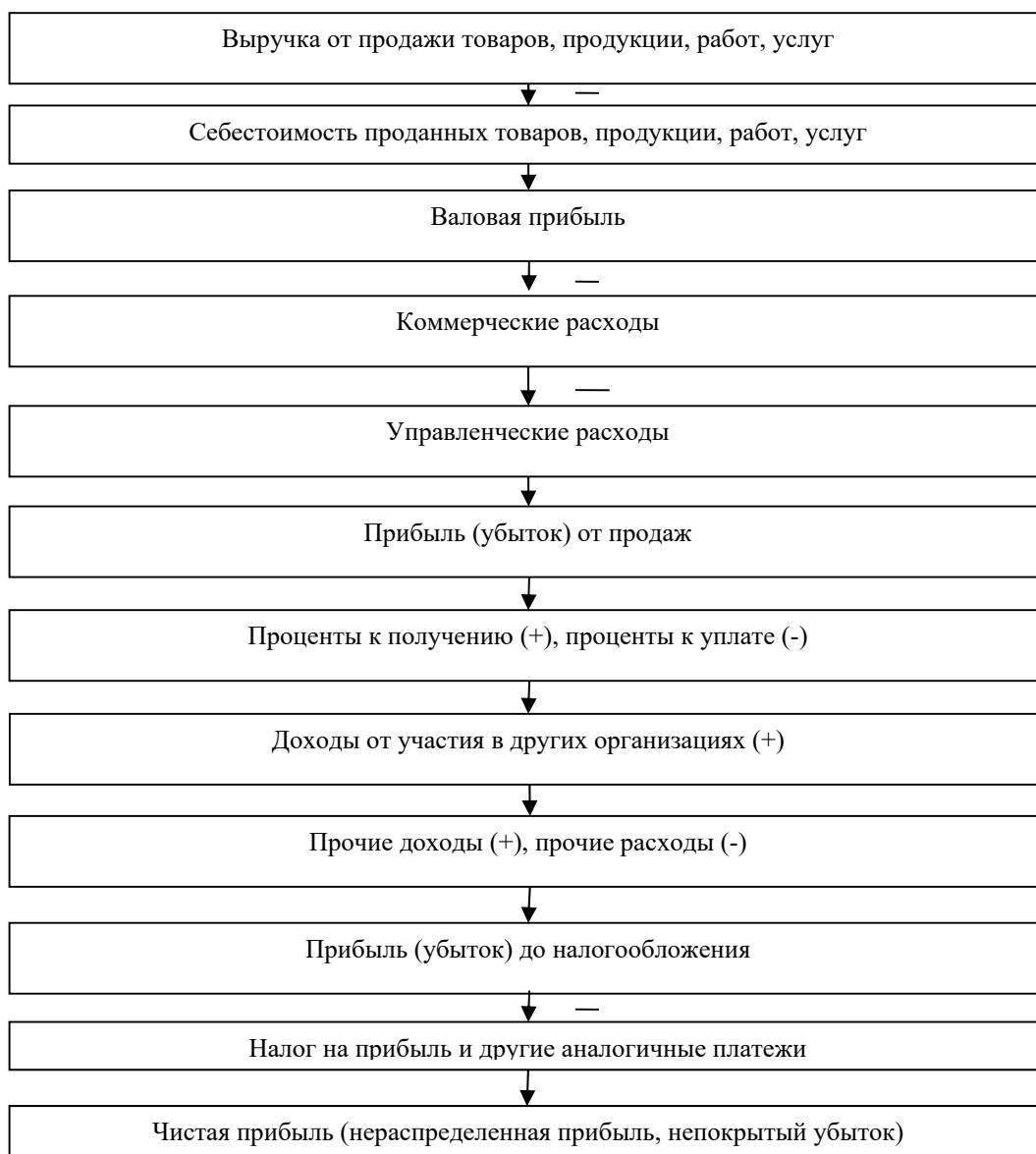


Рис. 1. Формирование финансового результата в бухгалтерской отчетности

Рассмотрим порядок формирования показателей отчета о финансовых результатах ООО «АгроСервис» на основании данных годовой бухгалтерской финансовой отчетности за 2019 г.

По строке 2110 «Выручка» отражается доход (выручка) от продажи продукции и товаров, поступления, связанные с выполнением работ и оказанием услуг, относящихся к доходам от обычных видов деятельности.

В отчете о финансовых результатах ООО «АгроСервис» за январь-декабрь 2019 года по строке «Выручка» отражена сумма выручки, отраженная по кредиту счета 90 «Продажи» в корреспонденции со счетом 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками».

За январь-декабрь 2019 года она составила 416515 тыс. руб. За этот же период предыдущего года 472216 тыс. руб.

По строке 2120 «Себестоимость продаж» отражаются расходы по обычным видам деятельности организации, т.е. учтенные затраты на производство продукции, работ, услуг в доле, относящейся к проданным в отчетном периоде продукции, работам, услугам. Этот показатель показывается в круглых скобках и уменьшает сумму выручки. За январь-декабрь 2019 года себестоимость продаж составила 261140 тыс. руб.

Данные, приведенные в строке 2100 «Валовая прибыль (убыток)», представляют собой разницу между показателями, отраженными в двух первых строках отчета (строка 2110 – строка 2120). Если получен отрицательный результат (убыток), то его надо указать в круглых скобках.

В соответствии с п. 23 Положения по бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность организации» (ПБУ 4/99), утвержденного Приказом Минфина России от 06.07.1999 г. № 43н, валовая прибыль – это разность показателей «Выручка» и «Себестоимость продаж».

За январь-декабрь 2019 году в ООО «АгроСервис» валовая прибыль составила 155375 тыс. руб. $(416515 - 261140) = 155375$ (тыс. руб.).

По строке 2210 «Коммерческие расходы» отражаются расходы по продаже продукции, такие например, как погрузка, разгрузка, транспортировка, упаковка и т.д. В отчете отражаются только те расходы, которые были списаны на проданную продукцию.

За январь-декабрь 2019 году в ООО «АгроСервис» коммерческие расходы составили 216784 тыс. руб. В прошлом году эта сумма составляла 20419 тыс. руб.

Строка 2220 «Управленческие расходы» предназначена для представления общехозяйственных расходов организации, связанных непосредственно с управлением, учтенные на счете 26 «Общехозяйственные расходы».

Несомненно, такие расходы в организации осуществляются, так как управленческий аппарат имеется, и на его содержание расходуются средства. Но в ООО «АгроСервис» в отчете о финансовых результатах они не показываются, а включаются в себестоимость продаж, что затрудняет проведение их анализа и не позволяет делать объективные выводы о таких расходах.

По строке 2200 «Прибыль (убыток) от продаж» приводится разница между валовой прибылью (убытком) и суммой коммерческих и управленческих расходов. По этой строке формируется последний показатель, который определяет результат от обычных видов деятельности предприятия. Он рассчитывается как разница между валовой прибылью и коммерческими и управленческими расходами. В ООО «АгроСервис» прибыль от продаж составила 138591 тыс. руб. $(155375 - 16784)$.

Таким образом, прибыль (убыток) от продаж – это показатель, имеющий однозначный подход к его экономической трактовке, который характеризует абсолютную экономическую эффективность основной деятельности предприятия.

По итогам отчетного года сформированные на счете 91 «Прочие доходы и расходы» результаты по прочей деятельности также отражаются в «Отчете о финансовых результатах». Прочие доходы и расходы отличны от доходов и расходов по обычным видам деятельности. К прочим доходам, не являющимися доходами от обычных видов деятельности и учтенные по кредиту счета 91, относятся:

- субсидии по кредитам;
- курсовые разницы;
- реализация излишков сырья и материальных ресурсов;
- списание кредиторской задолженности по истечению сроков исковой давности;
- поступления в возмещение убытка;
- доходы в виде излишков и безвозмездно полученного имущества;

- прочие доходы, не учитываемые в целях налогообложения;
- субсидии на поддержку элитного семеноводства;
- страховая выплата;
- проценты по займам сторонних организаций;

По дебету всех аналитических счетов счета 91 «Прочие доходы и расходы» отражаются прочие расходы, к которым в частности относятся:

- реализация излишков сырья и материальных ресурсов;
- уплаченные проценты по кредитам банка;
- списание не востребовавшей дебиторской задолженности;
- проценты по займам сторонних организаций;
- возмещение убытка/ущерба организации;
- благотворительная помощь;
- пени, штрафы, неустойки по хозяйственным договорам;
- оплата услуг банка за обслуживание расчетных счетов;
- материальная помощь;
- прочие расходы, не учитываемые в целях налогообложения.

Записи по субсчетам счета 91 «Прочие доходы и расходы» производятся накопительно в течение отчетного периода.

Ежемесячно сопоставлением дебетового и кредитового оборота по субсчетам счета 91 определяется сальдо прочих доходов и расходов за отчетный месяц. Аналитический учет по счету 91 «Прочие доходы и расходы» ведется по каждому виду прочих доходов и расходов.

По строке 2310 «Доходы от участия в других организациях» отражаются поступления от долевого участия в уставных капиталах других фирм (включая проценты и иные доходы по ценным бумагам), а также прибыль от совместной деятельности. ООО «АгроСервис» таких доходов не имеет.

По строке 2320 «Проценты к получению» отражаются суммы причитающихся процентов, начисленных по облигациям, депозитам, договорам банковского счета, предоставленным займам и за использование кредитной организацией денежных средств, находящихся на счете организации в этой кредитной организации и т.п.

В ООО «АгроСервис» за январь-декабрь 2019 года проценты к получению составили 17905 тыс. руб.

По строке 2330 «Проценты к уплате» показываются проценты, начисленные предприятию за временное пользование займами и кредитами. Задолженность общества по займам и кредитам отражается с учетом процентов, причитающихся к уплате (п. 73 Положения по ведению бухгалтерского учета). Проценты начисляются независимо от времени их фактической уплаты. За январь-декабрь 2019 года проценты к уплате составили 5104 тыс. руб. В прошлом году эта сумма была несколько выше 9052 тыс. руб.

По строке 2340 «Прочие доходы» сумма за отчетный период составила 17271 тыс. руб. Сумма прочих расходов, представленная по строке 2350, составила 8221 тыс. руб., за предыдущий период 17961 тыс. руб.

По строке 2300 «Прибыль (убыток) до налогообложения» показывается финансовый результат от деятельности предприятия в отчетном периоде. Он равен сумме прибыли (убытка) от продаж и прочих доходов за минусом прочих расходов (138591+17905+17271-5104 - 8221).

«Прибыль (убыток) до налогообложения» - это финансовый результат от операционной (текущей), инвестиционной и финансовой деятельности отчетного периода на основании бухгалтерского учета всех фактов хозяйственной жизни. Эту прибыль также называют бухгалтерской, балансовой или общей прибылью.

В ООО «АгроСервис» за январь-декабрь 2019 года балансовая прибыль составила 160442 тыс. руб., в прошлом году - 147166 тыс. руб.

Строки: «постоянные налоговые обязательства» 2421, «Изменения отложенных обязательств» 2430, «Изменение отложенных налоговых активов» 2450 и «прочее» 2460 на пред-

приятии не заполняются, так как общество не уплачивает налог на прибыль с доходов от обычных видов деятельности, потому что доля дохода от реализации произведенной сельскохозяйственной продукции, включая продукцию переработки, к общему доходу от реализации товаров (работ, услуг) составляет 99,5%.

В то же время предприятие уплачивает налог на прибыль, но это доход, получаемый от прочих видов деятельности, например, от сдачи имущества в аренду.

Строка 2400 предназначена для отражения конечного финансового результата деятельности предприятия в виде чистой прибыли или убытка. Она определяется в виде разницы между суммой прибыли (убытка) до налогообложения за минусом суммы текущего налога на прибыль, с учетом изменения отложенных налоговых обязательств (активов) и прочих показателей. Сумма чистой прибыли в ООО «АгроСервис» составила в 2019 г. 158631 тыс. руб. (160442 – 1811).

Таким образом, можно сделать вывод, что конечный финансовый результат в отчете о финансовых результатах определяется сопоставлением доходов и расходов, тем самым он показывает, как изменяется собственный капитал организации под их воздействием в текущем периоде.

В течение отчетного периода в организации совершается большое количество фактов хозяйственной жизни по учету доходов и расходов по обычным видам деятельности, по учету прочих доходов и расходов. Поэтому бухгалтер должен своевременно и достоверно отражать полученные доходы и расходы на счетах бухгалтерского учета в целях формирования достоверного конечного финансового результата.

Поскольку бухгалтерскую финансовую отчетность организации называют «зеркалом» производственно – финансовой деятельности экономического субъекта, она должна не только отражать, причем в полном объеме необходимую информацию, но и быть максимально прозрачной и полезной не только внешним, так и внутренним пользователям (управленцам) [6].

Рассмотренный нами отчет о финансовых результатах содержит информацию о финансовых результатах деятельности организации за отчетный и предшествующий ему отчетный период, то есть за два года. Срок сдачи бухгалтерской финансовой отчетности в соответствии с ФЗ «О бухгалтерском учете» № 402-ФЗ, в состав которой входит и отчет о финансовых результатах составляет три месяца после истечения отчетного периода. Отсюда следует, что провести анализ финансовых результатов деятельности организации возможно только по истечении указанного периода, когда принять какие – либо меры по исправлению ситуации уже сделать будет невозможно. Следует вывод, что такая отчетность нужна в основном внешним пользователям, которые интересуются финансовым положением организации с целью инвестирования средств или заключения договоров по поставкам продукции и т.д.[5].

Эффективное управление подразумевает ежедневное принятие решений, поэтому управленческому персоналу необходимо иметь информацию постоянно, причем с детализацией и анализом ее по статьям доходов и расходов [3]. Поэтому мы рекомендуем для целей управления измененную форму отчета о финансовых результатах, которая должна формироваться поквартально, а возможно и ежемесячно.

В этой форме должен проводиться и анализ показателей для установления динамики их изменения, выявления причин, что позволит незамедлительно принимать решения по стабилизации ситуации.

Статьи в отчете о финансовых результатах могут быть выбраны с учетом их значимости, одни могут быть показаны, свернуто другие, напротив, с детализацией. Информация в такой отчетности отражается накопительно, поквартально и в конце года не составит трудности сформировать годовую форму отчета о финансовых результатах.

Форма отчета о финансовых результатах для управленцев представлена в таблице.

Представленная в отчете о финансовых результатах информация позволяет провести горизонтальный и вертикальный анализ показателей поквартально. Относительное отклонение к предыдущему кварталу показывает темп роста или тем прироста того или иного пока-

зателя. Например, сумма выручки во втором квартале выросла на 108,92%, следовательно, темп прироста составил 8,9%, в том числе от продажи продукции собственного производства – 9,5%. В четвертом квартале наблюдается прирост выручки в целом на 23,18%, но от продажи продукции всего на 3,99%.

Таблица – Отчет о финансовых результатах для управленцев

Финансовые результаты деятельности, тыс. руб.							
Наименование показателя	31.12. 2019 г.	^к <i>пред.квар талу, %</i>	30.09. 2019 г.	^к <i>пред.квар талу, %</i>	30.06. 2019 г.	^к <i>пред.квар талу, %</i>	31.03. 2019
Выручка, всего	416515	+23,18	338143	+7,18	315487	+8,92	289654
В том числе от продажи сельскохозяйственной продукции	414446	+3,99	398523	+21,87	326987	+9,5	298615
Себестоимость продаж	249819	-0,12	250107	+28,95	193952	+8,99	177938
В том числе проданной продукции собственного производства	238498	-0,72	240233	+30,74	183741	+8,19	169824
Валовая прибыль (убыток)	166696	+89,33	88036	-27,56	121535	+8,79	111716
Коммерческие расходы	16784	+14,21	14695	+16,74	12587	+11,8	11258
Управленческие расходы	11321	+14,65	9874	-3,3	10211	+25,84	8114
Прибыль (убыток) от продаж	138591	+118,36	63467	-35,7	98737	+6,92	92344
Проценты к получению	17905	+18,54	15104	+13,93	13257	+17,05	11325
Проценты к уплате	5104	+2,38	4985	+14,09	4369	+3,65	4215
Прочие доходы	17271	+13,51	15215	-9,56	16823	+14,45	14698
В том числе субсидии из бюджетов всех уровней	6718	+15,58	5812	+23,79	4695	+13,73	4128
Прочие расходы	8221	+8,7	7563	+4,23	7256	+10,89	6543
Прибыль(убыток) до налогообложения	160442	+97,5	81238	-30,67	117192	+8,9	107609
Текущий налог на прибыль	1811	450	450	450	450	450	450
Чистая прибыль (убыток)	158631	+96,35	80788	-30,8	116742	+8,94	107159

Одним из правил получения прибыли является рост доходов над активами, в противном случае, последние не смогут приносить отдачу.

Также известно, что расходы должны снижаться, либо они должны увеличиваться медленнее, чем доходы, что будет способствовать увеличению финансового результата.

Особое внимание при анализе обращают внимание на управленческие расходы, которые не должны превышать себестоимость продукции. Излишние, так называемые общехозяйственные расходы приводят к росту себестоимости продукции, а, следовательно, к снижению прибыли, поэтому они также требуют тщательного контроля [2].

В нашем случае удельный вес управленческих расходов на 31.12.2019 г. 4,5%. (11321/249819). Это означает, что в структуре себестоимости продукции на долю управленческих расходов приходится незначительная сумма- 4,5%, хотя необходимо стремиться к снижению затрат.

Если темп роста прочих расходов окажется выше расходов по обычным видам деятельности, это будет означать, что предприятие по большей части имеет доходы, которые не

имеют прямого отношения к основной его деятельности, что может оказать негативное влияние на дальнейшее его развитие.

При вертикальном анализе отчета о финансовых результатах определяют, например, коэффициент достаточности выручки для покрытия расходов по текущей деятельности. Для этого находят соотношение выручки к сумме себестоимости продаж, коммерческих и управленческих расходов [1].

Например, в первом квартале этот коэффициент составил 1,47 (289654/177938+11258+8114), в четвертом он несколько увеличился до 1,49(416515/249819+16784+11321). Это означает, что сумма выручки превышает расходную часть в 1,49 раз. По данным отчета о финансовых результатах определяют такие показатели, как уровень рентабельности продаж продукции и деятельности организации, которые характеризуют эффективность производственной деятельности и в целом предприятия.

Так, в первом квартале уровень рентабельности продаж сельскохозяйственной продукции составил 31,9% (92344/289654), в четвертом квартале –33,3% (138591/416515).

В целом уровень рентабельности деятельности организации с учетом полученных прочих доходов и расходов составил в первом квартале 60,2%(107159/177938), соответственно в четвертом квартале 63,5% (158631/249819). Из чего следует вывод, что наблюдается положительная тенденция изменения показателей, которая указывает на повышение эффективности деятельности предприятия.

Таким образом, представленная в единой форме отчетности информация о финансовых результатах и их динамика позволяют наглядно видеть картину изменения финансовых результатов деятельности организации, проводить анализ показателей в течение года, не дожидаясь составления годовой бухгалтерской отчетности.

Библиография

1. Базовкина Е.А. Факторный анализ прибыли и рентабельности сельскохозяйственных предприятий Белгородской области. Экономика и предпринимательство. 2019. № 6 (107). С. 496-498.
2. Воробьева О. Анализ отчета о финансовых результатах.[Электронный ресурс] <https://www.fd.ru/articles/159545-analiz-otcheta-o-finansovyh-rezultatah> (03.09.2020)
3. Здоровец Ю.И., Красенькова О.Н. Формирование системы управленческой отчетности на сельскохозяйственном предприятии. В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 321-322
- 4.Наседкина Т.И., Решетняк Л.А., Груздова Л.Н. Правильная организация бухгалтерского учета как основа успешного ведения бизнеса. Монография. Белгород.2019.С.150.
- 5.Решетняк Л.А., Груздова Л.Н. Повышение информативности бухгалтерской отчетности сельхозорганизаций. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 10 (57). С. 962-968.
- 6.Решетняк Л.А., Груздова Л.Н. Формирование отчетности и анализ финансового состояния субъектов малого предпринимательства. Монография / Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина.ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ имени В. Я. Горина. Белгород, 2016.

References

- 1.Basnovkinae. a. Factor analysis of profit and profitability of agricultural enterprises in the Belgorod region. Economics and entrepreneurship. 2019. No. 6 (107). Pp. 496-498.
2. Vorobyova O. Analysis of the report on financial results.[Electronic resource] <https://www.fd.ru/articles/159545-analiz-otcheta-o-finansovyh-rezultatah> (03.09.2020)
3. Zdorovets Yu. I., Krasenkova O. N. Formation of the management reporting system at the agricultural enterprise. In the collection: Problems and prospects of innovative development of agricultural technologies. Materials of the XX International scientific and production conference. 2016. Pp. 321-322
4. Nasedkina T. I., Reshetnyak L. A., Gruzдова L. N. Proper organization of accounting as a basis for successful business. Monograph. Belgorod. 2019. With. 150.
5. Reshetnyak L. A., Gruzдова L. N. Improving the information content of accounting reports of agricultural organizations. Competitiveness in the global world: economy, science, technology. 2017. No. 10 (57). Pp. 962-968.
6. Reshetnyak L. A., Gruzдова L. N. Formation of reports and analysis of the financial state of small business entities. Monograph / Belgorod state agrarian University named after V. Ya. Gorin.Doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY named after V. Gorin. Belgorod, 2016.

Сведения об авторе

Решетняк Любовь 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 author

Reshetnyak Lyubov Alekseevna, 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

УДК 331.08

Н.С. Смурова

ОЦЕНКА БОГАТСТВА РЕГИОНА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗВИТИЕМ

Аннотация. Оценка регионального богатства актуальна в связи с необходимостью иметь наглядный, однозначно воспринимаемый универсальный критерий пространственного развития любого региона. Практически исчерпаны возможности использования в системе управления региональным пространственным развитием показателей, построенных на основе добавленной стоимости, о чем свидетельствуют многочисленные публикации. Требуются показатели, построенные на другой методической основе, позволяющей принимать во внимание все аспекты регионального развития. Уместными здесь являются развиваемые рядом исследователей концепция национального богатства и методические подходы к его измерению. Выполненное исследование показывает, что построение универсального критерия наталкивается на проблему соизмеримости компонентов, составляющих национальное богатство. Без корректного агрегирования величин физического, человеческого и природного капиталов показатель регионального богатства не сможет исполнять роль универсального критерия. Так, недооценка природного капитала приводит к искажению динамики размера регионального богатства, поскольку часть учитываемого прироста физического капитала будет происходить за счет не учитываемого уменьшения природных ресурсов. Первым шагом к построению интегрального показателя является обеспечение сопоставимости физического и человеческого капиталов. Второй шаг заключается в определении границ природного капитала региона и оценке его величины в виде, пригодном для агрегирования с человеческим и физическим капиталом. Важно обеспечить адекватность оценки природного капитала региона на соответствие правосубъектности региона в связи с тем, что имеет место разграничение прав пользования природными ресурсами между федеральным центром и регионами. Положение о том, что вопросы владения, пользования и распоряжения природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации закреплено в Конституции РФ. Только при выполнении этих и других условий показатель регионального богатства может быть использован для оценки эффективности пространственного развития регионов. Региональное богатство в системе управления региональным пространственным развитием следует рассматривать и оценивать как совокупность физического, человеческого и природного капиталов, на которые распространяется правосубъектность региона и его резидентов.

Ключевые слова: региональное богатство, пространственное развитие, система управления, человеческий капитал, физический капитал, природный капитал.

ASSESSMENT OF THE REGION'S WEALTH IN THE REGIONAL SPATIAL DEVELOPMENT MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. Assessment of regional wealth is relevant due to the need to have a clear, unambiguously perceived universal criterion for the spatial development of any region. The possibilities of using indicators based on value added in the regional spatial development management system are almost exhausted, as evidenced by numerous publications. We need indicators based on a different methodological framework that allows us to take into account all aspects of regional development. The concept of national wealth and methodological approaches to its measurement developed by a number of researchers are relevant here. The study shows that the construction of a universal criterion runs into the problem of comparability of components that make up national wealth. Without correct aggregation of physical, human, and natural capital values, the regional wealth indicator will not be able to serve as a universal criterion. Thus, an underestimation of natural capital leads to a distortion of the dynamics of the size of regional wealth, since part of the accounted increase in physical capital will occur due to an unaccounted-for decrease in natural resources. The first step to building an integral indicator is to ensure the comparability of physical and human capital. The second step is to determine the boundaries of the natural capital of the region and estimate its value in a form suitable for aggregation with human and physical capital. It is important to ensure the adequacy of the assessment of the natural capital of the region for compliance with the legal personality of the region due to the fact that there is a differentiation of rights to use natural resources between the Federal center and the regions. The provision that issues of ownership, use and disposal of natural resources are under the joint jurisdiction of the Russian Federation and the subjects of the Russian Federation is enshrined in the Constitution of the Russian Federation. Only if these and other conditions are met can the regional wealth indicator be used to assess the effectiveness of regional spatial development. Regional wealth in the system of regional spatial development management should be considered and evaluated as a combination of physical, human and natural capital, which is covered by the legal personality of the region and its residents.

Keywords: regional wealth, spatial development, management system, human capital, physical capital, natural capital.

Введение. Оценка располагаемого богатства актуальна как на макро-, так и на микроуровне. Немало публикаций отечественных исследователей посвящено различным аспектам

оценки регионального богатства. В основном они датируются 2012-2016 гг. и посвящены разрешению актуальных проблем пространственного развития, которые в немалой степени обусловлены несовершенством измерительного аппарата результативности региональных систем.

В 2012 г. М.В. Леденёва опубликовала статью, в которой указала на то, что ВВП и ВНП, а также производные от них показатели общественного продукта и дохода в силу своей ограниченности не могут являться надежными показателями результативности экономического развития национальной экономики. Они являются лишь приблизительной мерой благосостояния населения. Более объективным показателем является прирост национального богатства, который следует оценивать по следующим направлениям: прирост произведенного национального богатства (основные средства, результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, запасы, ценности, включая золотовалютные резервы); прирост человеческого капитала в количественном (прирост численности населения) и качественном (улучшение состояния здоровья и уровня образования в процентах) аспектах; прирост природного капитала в количественном (прирост природных ресурсов) и качественном (изменение качества окружающей природной среды) аспектах [7].

По мнению М.Н. Сидорова, расчет национального богатства страны в целом, а также на уровне регионов, включая оценку человеческого, производственного и природно-ресурсного капитала, позволит повысить эффективность экономической политики [10].

Региональное пространство включает три основных сферы: экономическую, социальную и экологическую. Пространственное развитие региона предполагает наращивание и улучшение качества компонентов каждой из этих сфер. Это дает основание рассматривать региональное богатство в качестве универсального результата пространственного развития региона. Региональное богатство выполнит функцию универсального критерия лишь в том случае, когда станет возможным учесть все его компоненты и привести их сопоставимому виду.

Наибольшие проблемы методического и практического характера связаны с экологической сферой. Г.А. Моткин обращает внимание на то, что во всех регионах страны наблюдается сжатие и искривление экологического пространства, что сказывается на экономическом развитии и на качестве жизни людей. Экологическое пространство сжимается и искривляется под действием двух антропогенных сил: истощение невозобновляемых природных ресурсов и загрязнение компонентов природной среды [8].

При этом, как отмечает С.А. Кимельман, Росстат в настоящее время приводит в своих статистических ежегодниках сведения о стоимости национального богатства по большинству перечисленных элементов, кроме стоимости национального богатства природных ресурсов. Однако природно-ресурсное национальное богатство, в частности национальное богатство недр, в десятки, а порой и в сотни раз, превышает учитываемые активы. Поскольку природно-ресурсные объекты являются государственной собственностью и по Гражданскому кодексу РФ относятся к недвижимости, то они должны быть оценены по их кадастровой стоимости и занесены в реестр государственной недвижимости [3].

А.И. Татаркин и А.Л. Мызин считают, что оценка национального богатства не должна сводиться к измерению его уровня. Необходимо также определить, как национальное богатство используется и способствует ли это устойчивому развитию и экономической безопасности территории [12].

Тем не менее, вопрос оценки регионального богатства по-прежнему является открытым. Прежде всего, требует уточнения определение термина «региональное богатство». В.В. Печаткин считает, что региональное богатство характеризуется совокупностью накопленных материальных (физический и финансовый капиталы, разведанные и вовлеченные в оборот природные ресурсы) и нематериальных (человеческий капитал) активов, находящихся на территории региона и за его пределами, с учетом имеющихся у региона обязательств [9]. По мнению Л.В. Шамрай-Курбатовой и М.В. Леденевой, региональное национальное богатство – это совокупность находящихся на территории региона материальных и нематериальных

благ, отражающих меру его возможностей, составляющих условия производства товаров и услуг и обеспечивающих в комплексе постоянный и непрерывный процесс воспроизводства [13].

Полагаем, что при определении содержания регионального богатства следует исходить из того, какие из элементов физического, человеческого и природного капиталов входят в состав объекта регионального управления. Так, не весь природный капитал, находящийся в границах региона, входит в этот объект. В соответствии со ст. 72 Конституции Российской Федерации вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации [4]. Поэтому при определении размеров регионального богатства следует исходить из тех элементов, на которые распространяется правосубъектность региона и его резидентов.

Начиная с 2018 г. наблюдается новая волна публикаций по проблемам измерения и использования регионального богатства.

Н.Д. Кремлев называет главной методологической идеей модернизации статистического осознание необходимости сместить акцент с отражения объемов экономического производства в сторону оценки благосостояния людей и национального дохода (здесь более уместно «богатства» - *прим. авт.*), причем такое благосостояние должно оцениваться в контексте устойчивости развития и повышения качества жизни населения страны [5].

Органы статистики учитывают в составе национального богатства основные фонды и природные ресурсы, чего совершенно недостаточно для объективного представления о развитии региональных социально-экономико-экологических систем. Учет человеческого капитала в составе национального богатства является важным шагом на пути к построению интегрального показателя национального богатства. Первым приближением к построению интегрального показателя является достижения сопоставимости стоимости основных фондов и стоимости человеческого капитала. Органы статистики публикуют данные об основных фондах в масштабе полной учетной стоимости и в масштабе остаточной стоимости. Этим объемам основных фондов может быть поставлена в соответствие стоимость человеческого капитала, рассчитанная по полному жизненному циклу применения человеческого капитала, и стоимость человеческого капитала, рассчитанная с учетом ожидаемой будущей продолжительности применения человеческого капитала лицами, занятыми в современной экономике [1].

И.С. Букина, А.В. Одинцова и П.А. Ореховский также обращают на проблемы статистического учета: российская статистика не включает человеческий капитал в оценки национального богатства. Оценки природного капитала представлены только в обобщенном виде, на уровне страны в целом; для уровня регионов такие данные отсутствуют в открытом доступе. Более того, вопросы оценки региональных запасов богатства вообще не ставились перед отечественной статистической службой [2].

Изложение основного материала исследований и их обсуждение. Выполненное исследование показывает, что построение универсального критерия пространственного развития наталкивается на проблему соизмеримости компонентов, составляющих в масштабе страны национальное богатство, а в масштабе региона – региональное богатство. Без корректного агрегирования величин физического, человеческого и природного капиталов показатель регионального богатства не сможет исполнять роль универсального критерия, пригодного в системе управления региональным пространственным развитием. Так, недооценка природного капитала приводит к искажению динамики размера регионального богатства, поскольку часть учитываемого прироста физического капитала будет происходить за счет не учитываемого уменьшения природных ресурсов.

Первым шагом к построению интегрального показателя является обеспечение сопоставимости физического и человеческого капиталов.

Физический капитал включает следующие средства производства: машины, оборудование, здания, сооружения, земля, запасы сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Ба-

зой сопоставления может служить только настоящая (present) стоимость, поскольку не имеет никакого смысла оценивать стоимость запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Этой базе соответствует остаточная стоимость основных фондов и настоящая стоимость человеческого капитала, рассчитанная с учетом ожидаемой будущей продолжительности трудовой деятельности и ожидаемых доходов лиц, занятых в экономике региона на момент расчета.

Второй шаг заключается в определении границ природного капитала региона и оценке его величины в виде, пригодном для агрегирования с человеческим и физическим капиталом. Важно обеспечить адекватность оценки природного капитала региона на соответствие правосубъектности региона в связи с тем, что имеет место разграничение прав пользования природными ресурсами между федеральным центром и регионами. Положение о том, что вопросы владения, пользования и распоряжения природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации закреплено в Конституции РФ. Только при выполнении этих и других условий показатель регионального богатства может быть использован для оценки эффективности пространственного развития регионов. Региональное богатство в системе управления региональным пространственным развитием предлагаем рассматривать и оценивать как совокупность физического, человеческого и природного капиталов, на которые распространяется правосубъектность региона и его резидентов.

По мнению Л.В. Ларченко, для разграничения прав собственности на недра наиболее годился бы подход, в основе которого лежит критерий «соответствия функциям федеральных и региональных органов власти». При таком подходе к федеральной собственности следует отнести те недра, которые а) играют важную стратегическую роль и от использования которых зависит национальная безопасность; б) имеют большое значение для сохранения стабильности государства; в) являются «рентоносными» [6].

Решение методических проблем всегда будет на втором плане, пока не станут общедоступными сведения о компонентах национального и регионального богатства. Следует отметить некоторый прогресс в этом направлении. Стратегия развития Росстата и системы государственной статистики Российской Федерации до 2024 г. предполагает расширение числа компонентов оценки национального богатства в части природных ресурсов [11].

Необходимо также организовать работу органов государственной статистики по формированию и публикации баз данных обо всех компонентах национального богатства в разрезе регионов. При решении этого вопроса следует исходить из предлагаемой выше трактовки содержания регионального богатства, которая позволяет не только снять вопрос о неразглашении государственной тайны в отношении ресурсов федерального значения, но и органично включить региональное богатство в систему управления региональным пространственным развитием.

Система управления региональным пространственным развитием включает три основных структурных элемента: субъект управления, средства управления и объект управления, представляющие собой взаимосвязанные элементы, образующие упорядоченную целостность, единство. Богатство региона пусть и в различной мере представлено в каждом из этих элементов (рис.1.).

Региональное богатство в части интеллектуального капитала представлено в составе субъекта и объекта управления. Физический капитал региона является частью средств управления и объекта управления. Региональное богатство является одновременно весомым фрагментом объекта управления, служит фактором и одним из важнейших результатов управления пространственным развитием региона.



Рис. 1. Место регионального богатства в системе управления пространственным развитием региона

Выводы. Место регионального богатства в системе управления пространственным развитием региона определяется тремя выполняемыми функциями: 1) принадлежностью к объекту управления; 2) использованием элементов регионального богатства в качестве инструментов управления; 3) ролью универсального критерия эффективности управления. Основным ограничением для полноценного включения регионального богатства в систему управления региональным пространственным развитием выступает отсутствие общедоступных сведений по ряду компонентов регионального богатства, включая природный капитал.

Библиография

1. Аничин В.Л. Человеческий капитал как системный элемент регионального богатства / В.Л. Аничин, Ю.Ю. Ващейкина, Н.С. Смурова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 4 (20). С. 49-59.
2. Букина И.С. Богатство российских регионов и эффективность государственного управления / И.С. Букина, А.В. Одинцова, П.А. Ореховский // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2020. № 4. С. 89-112.
3. Кимельман С.А. Экономика пользования национальным богатством России / С.А. Кимельман // Маркшейдерия и недропользование. 2013. № 4 (66). С. 23-34.
4. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/constitution>. Дата обращения 18.09.2020.
5. Кремлев Н.Д. Организация мониторинга устойчивого развития территорий / Н.Д. Кремлев // Журнал экономической теории. 2018. Т. 15. № 2. С. 224-232.
6. Ларченко Л.В. Разграничение прав собственности на природные ресурсы в контексте перехода России к устойчивому развитию / Л.В. Ларченко // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2011. № 140. С. 78-84.
7. Леденёва М.В. Прирост национального богатства как альтернатива валовому внутреннему продукту / М.В. Леденёва // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 21 (276). С. 10-18.
8. Моткин Г.А. Региональные проблемы сохранения экологического пространства / Г.А. Моткин // Региональные проблемы преобразования экономики. 2012. № 2 (32). С. 340-346.

9. Печаткин В.В. Инструментарий оценки регионального богатства и возможность его использования в практике территориального управления / В.В. Печаткин // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2014. № 2 (149). С. 55-61.

10. Сидоров М.Н. Управление национальным богатством / М.Н. Сидоров // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2012. № 7 (49). С. 63-69.

11. Стратегия развития Росстата и системы государственной статистики Российской Федерации до 2024 года / утв. Минэкономразвития России 06.09.2019 N MO-104 [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Strategy.pdf>

12. Татаркин А.И. Моделирование состояния национального богатства регионов России / А.И. Татаркин, А.Л. Мызин // Экономика региона. 2013. № 4 (36). С. 53-65.

13. Шамрай-Курбатова Л.В. Региональное национальное богатство: исторические аспекты исследования, подходы к оценке, инструменты прироста / Л.В. Шамрай-Курбатова, М.В. Леденева // УЭКС. 2016. №12 (94).

References

1. Anichin V.L. SChelovecheskij kapital kak sistemnyj element regional'nogo bogatstva / V.L. Anichin, YU.YU. Vashchekina, N.S. Smurova // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2018. № 4 (20). S. 49-59.

2. Bukina I.S. Bogatstvo rossijskih regionov i effektivnost' gosudarstvennogo upravleniya / I.S. Bukina, A.V. Odincova, P.A. Orekhovskij // Vestnik Instituta ekonomiki Rossijskoj akademii nauk. 2020. № 4. S. 89-112.

3. Kimel'man S.A. Ekonomika pol'zovaniya nacional'nym bogatstvom Rossii / S.A. Kimel'man // Markshejderiya i nedropol'zovanie. 2013. № 4 (66). S. 23-34.

4. Konstituciya Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <http://kremlin.ru/acts/constitution>. Data obrashcheniya 18.09.2020.

5. Kremlev N.D. Organizaciya monitoringa ustojchivogo razvitiya territorij / N.D. Kremlev // Zhurnal ekonomicheskoy teorii. 2018. T. 15. № 2. S. 224-232.

6. Larchenko L.V. Razgranichenie prav sobstvennosti na prirodnye resursy v kontekste perekhoda Rossii k ustojchivomu razvitiyu / L.V. Larchenko // Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena. 2011. № 140. S. 78-84.

7. Ledenyova M.B. Prirost nacional'nogo bogatstva kak al'ternativa valovomu vnutrennemu produktu / M.B. Ledenyova // Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika. 2012. № 21 (276). S. 10-18.

8. Motkin G.A. Regional'nye problemy sohraneniya ekologicheskogo prostranstva / G.A. Motkin // Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki. 2012. № 2 (32). S. 340-346.

9. Pechatkin V.V. Instrumentarij ocenki regional'nogo bogatstva i vozmozhnost' ego ispol'zovaniya v praktike territorial'nogo upravleniya / V.V. Pechatkin // Imushchestvennye otnosheniya v Rossijskoj Federacii. 2014. № 2 (149). S. 55-61.

10. Sidorov M.N. Upravlenie nacional'nym bogatstvom / M.N. Sidorov // Vestnik Rossijskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova. 2012. № 7 (49). S. 63-69.

11. Strategiya razvitiya Rosstata i sistemy gosudarstvennoj statistiki Rossijskoj Federacii do 2024 goda / utv. Minekonomrazvitiya Rossii 06.09.2019 N MO-104 [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Strategy.pdf>

12. Tatarkin A.I. Modelirovanie sostoyaniya nacional'nogo bogatstva regionov Rossii / A.I. Tatarkin, A.L. Myzin // Ekonomika regiona. 2013. № 4 (36). S. 53-65.

13. SHamraj-Kurbatova L.V. Regional'noe nacional'noe bogatstvo: istoricheskie aspekty issledovaniya, podhody k ocenke, instrumenty prirosta / L.V. SHamraj-Kurbatova, M.V. Ledeneva // UEKS. 2016. №12 (94).

Сведения об авторе

Смулова Наталья Сергеевна, аспирант кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: smurovanat@yandex.ru

Information about author

Smurova Natalia Sergeevna, postgraduate student of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: smurovanat@yandex.ru

УДК 631.153

М.А. Холодова

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В статье представлены научные основы методологии планирования и прогнозирования аграрного сектора экономики. Цель проведения исследования – обобщить опыт использования расчетно-аналитического инструментария планирования и прогнозирования при разработке основных направлений государственной аграрной политики в условиях новой экономической реальности при разработке и реализации государственных программ развития отрасли. В работе обосновано, что в современных условиях методология стратегического планирования аграрного сектора определяет научную концепцию развития аграрного производства; важнейшие принципы и методы научного обоснования системы целевых показателей, способы их достижения и формирование необходимых для этого ресурсов; ключевые положения и принципы, на основе которых достигается органическая согласованность методических подходов, логики и организации планирования; обеспечение органического единства системы плановых показателей, форм и методов планирования, структуры государственного управления и ее экономических рычагов и стимулов; научно обоснованную систему прогнозов, планов, программ, моделей балансов, нормативов, критериев оценки показателей эффективности плана и прочих элементов, имеющегося арсенала методик планирования; основные правила сбора и обработки информационно аналитических данных в аграрном секторе экономики, анализа, контроля и оценки эффективности реализации планов. Практическая значимость работы заключается в том, что в статье нашли отражение современные методические подходы к разработке и реализации государственных программ развития сельского хозяйства. Особое внимание уделено переходу на проектные методы программно-целевого планирования в условиях российской экономической реальности, что открывает новые возможности для отдельных приоритетных направлений сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: методология, планирование, прогнозирование, методические подходы, госпрограммы развития сельского хозяйства.

SCIENTIFIC BASIS OF PLANNING METHODOLOGY AND FORECASTING THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE ECONOMY

Abstract. The article presents the scientific basis of the methodology of planning and forecasting of the agricultural sector of the economy. The goal of the study – experience using analytical instrumentation planning and forecasting in the development of the main directions of the state agrarian policy in the new economic reality in the development and implementation of state programs of development of the industry. The work proves that in modern conditions the methodology for strategic planning of the agricultural sector determines the scientific concept of development of agricultural production; critical principles and methods of scientific substantiation of system of target indicators, their achievements and the creation of appropriate resources; key provisions and principles on the basis of which achieved organic consistency of methodological approaches, logic and planning; ensuring the organic unity of the system of planning indicators, forms and methods of planning, the structure of public administration and its economic levers and incentives; a scientifically based system of forecasts, plans, programs, balance models, standards, criteria for evaluating the effectiveness of the plan and other elements, the existing Arsenal of planning methods; the basic rules for collecting and processing information and analytical data in the agricultural sector of the economy, analysis, monitoring and evaluation of the effectiveness of plans. The practical significance of the work is that the article reflects modern methodological approaches to the development and implementation of state programs for the development of agriculture. Special attention is paid to the transition to project methods of program-target planning in the conditions of the Russian economic reality, which opens up new opportunities for certain priority areas of agricultural production.

Keywords: methodology, planning, forecasting, methodological approaches, state programs of agricultural development.

Ведение. В силу специфических особенностей функционирования отраслей аграрного сектора экономики, в новых условиях российской реальности, в процессе совершенствования плано-прогнозной работы, в сельском хозяйстве особое место принадлежит методологии планирования и прогнозирования. Исследуя сложный и многогранный процесс формирования современной научной методологии и организации государственного стратегического планирования в аграрной сфере, следует указать, что ежегодно система экономического планирования все в большей степени опирается на научные принципы, формы и методы обоснования экономических решений, темпы и пропорции развития ключевой отрасли национальной экономики – сельского хозяйства.

Совершенствование направлений государственного управления реальным сектором экономики и активное развитие системы индикативного стратегического планирования является ключевой задачей социально-экономической политики государства в аграрной сфере в условиях возникновения глобальных вызовов и угроз.

Разработкой методов экономического планирования и прогнозирования развития сельскохозяйственного производства научное аграрное сообщество занимается в течение многих десятилетий. Их усилия сосредоточены на выработке методических рекомендаций по формированию и организации эффективной системы стратегического государственного управления, инструментами которого выступают прогнозы, планы, программы и проекты, которые должны иметь силу законодательных нормативно-правовых актов, принимаемых и утверждаемых органами власти всех уровней. Однако, успехи разработки, освоения и применения методических положений по выработке управленческих решений, созданию и реализации социально-экономических программ, проектов, концепций развития аграрного производства остаются достаточно скромными и требуют дальнейшей научной обоснованности.

Основная часть. Методология планирования и прогнозирования сельского хозяйства представляет собой сложный и многогранный комплекс приемов исследования, отражающий специфику экономической политики государства, динамичность экономических процессов и условий ее реализации на определённых этапах развития общества, основанный на знаниях экономической теории, включающий в себя технологию (логику), принципы, методы, масштабы, содержание и организацию планирования, направленных на интенсификацию процессов расширенного воспроизводства в АПК, повышение производительности труда, обеспечение продовольственной безопасности, оптимальное сочетание механизма индикативного стратегического планирования в управлении аграрным сектором экономики и хозяйственной самостоятельности субъектов агробизнеса (рис. 1).



Рис.1. Научные основы методологии планирования и прогнозирования аграрного сектора экономики
 Источник: разработано автором по материалам исследования

Отправной точкой методологии планирования и прогнозирования в аграрном производстве является логика или технология планирования, которая представляет собой упорядоченную последовательность взаимосвязанных процедур по формированию целей и задач; всестороннего анализа пропорций и противоречий развития отрасли; выявления ее потребностей, потенциала, приоритетных направлений развития; определения горизонтов планиро-

вания исходя из тенденций развития природо – и землепользования, научно-технического, цифрового и интеллектуального потенциалов в сельском хозяйстве, процессов глобализации; обоснованию инструментов индикативного воздействия на производственно-хозяйственные системы.

Турбулентность мировой экономики, развитие интеграционных процессов в аграрном секторе на глобальном и национальном уровнях, включая членство России в ВТО и прочих интеграционных группировках определяют характер и содержание плано-прогнозной деятельности в сельском хозяйстве, т.е. принципы планирования, которые представляют собой ключевые правила и основные требования разработки, обоснования и реализации системы плановых документов [8;10; 13; 14].

Основу современной методологии планирования и прогнозирования в аграрном секторе экономики составляют научные принципы управления социалистической экономикой (рис.2), одним из которых является принцип демократического централизма, трансформировавшийся в условиях рыночного механизма хозяйствования в принцип экономической заинтересованности и ответственности участников разработки и реализации плано-прогнозных документов, учитывающий интересы представителей агробизнеса, общества и государства [5; 10; 15].

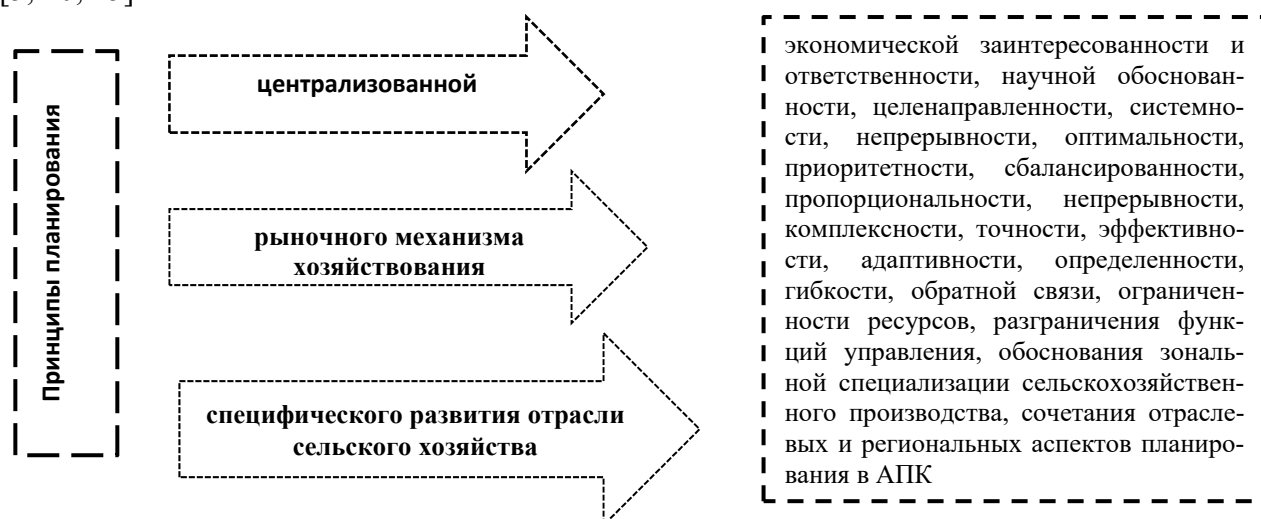


Рис.2. Принципы планирования и прогнозирования развития аграрного производства

Источник: разработано автором по материалам исследования

Другими принципами централизованной плановой экономики, не теряющими своей актуальности в условиях рыночной структурной трансформации, являются: научная обоснованность, целенаправленность, системность, непрерывность, оптимальность, приоритетность, сбалансированность, пропорциональность, непрерывность, комплексность, эффективность, точность, сочетания отраслевых и региональных аспектов планирования в аграрном секторе экономики и другие, интерпретация которых достаточно хорошо известна.

Ключевыми принципами планирования и прогнозирования развития аграрного производства, характеризующими развитие экономических отношений в глобальном экономическом пространстве выступают:

- принцип адаптивности, предполагающий наличие вероятности приспособления ключевых показателей плана к постоянно меняющимся условиям внешней и внутренней среды;
- принцип определенности отражающий конкретные количественные и качественные параметры обоснования и реализации плано-прогнозных решений;
- принцип гибкости (эластичности), предусматривающий своевременное изменение показателей прогноза и плана с учетом непредсказуемости изменения факторов развития. Предполагает разработку, обоснование и реализации резервного варианта плано-прогнозных решений;

- принцип обратной связи, требующий корректировки количественных и качественных показателей прогноза и плана при резком изменении условий производства;
- принцип ограниченности ресурсов, ориентирующий на обеспечение рационального и эффективного использования ресурсного потенциала отрасли;
- принцип разделения функций планирования подразумевает разграничение функций управления между органами власти всех уровней и субъектами агробизнеса;
- принцип плавности, предполагающий что ход реальных экономических процессов определяет множество причинных факторов, имеющих разную степень воздействия на развитие аграрной экономики;
- принцип связанности, показывает как экономические показатели отражают различные проявления взаимодействующих факторов, между которыми существуют многообразные связи, фиксируемые в виде простых соотношений;
- принцип внутренней непротиворечивости прогноза используется для дополнительного контроля соответствия результатов модельных расчетов с задаваемыми эмпирически следствиями реализации рассматриваемого сценария.

Тесная зависимость аграрного сектора экономики от стихийных природно-климатических факторов (климат, плодородие почв), должного развития инфраструктуры (логистических центров, транспортной развязки, удаленность от рынков сбыта продукции), усиливающаяся отсутствием высоко квалифицированных кадров и требующая бережного отношения к земле, как основному фактору производства, вызывает необходимость обоснования специфических принципов планирования, среди которых принципы зональной специализации сельскохозяйственного производства и прочие [4; 10].

Основным требованием, предъявляемым к методологии экономического планирования на современном этапе цифровой трансформации сельскохозяйственного производства, является расширение горизонтов планирования с той целью, чтобы приоритетные направления, структура, пропорции, экономические показатели его развития определялись на основе оценки долгосрочных тенденций научно-технического прогресса в АПК.

Ключевые задачи экономического планирования развития отраслей сельскохозяйственного производства заключаются в повышении конкурентоспособности аграрного сектора национальной экономики на мировом продовольственном рынке и обеспечении высокоэффективного его функционирования на основе реализации долгосрочных социально-экономических программ. Его прямое предназначение состоит в предвидении долгосрочной перспективы развития, выявление и поддержание соответствия между стратегическими приоритетами и возможностями отрасли, адаптации к меняющимся условиям национальной и глобальной экономики, рациональном использовании имеющегося ресурсного потенциала.

Задачи среднесрочного перспективного планирования включают в себя экономическое обоснование количественных показателей развития отрасли с учетом внедрения цифровых технологий, оптимального распределения ресурсов.

Текущее планирование развития отрасли сельского хозяйства предполагает расчет и обоснование источников финансирования планово-прогнозных мероприятий, конкретизацию направлений производственно-хозяйственной деятельности, определение ожидаемых результатов.

Оперативное планирование подразумевает управление повседневными потребностями развития сельскохозяйственного производства.

Важнейшим структурным звеном методологии экономического планирования аграрного производства являются методы и методические подходы, представляющие собой расчетно-аналитический инструментарий, с помощью которого осуществляется обоснование показателей Госпрограммы развития сельского хозяйства и их взаимоувязка.

Методы экономического планирования представляют собой совокупность конкретных приемов и способов разработки и обоснования показателей-индикаторов планово-прогнозных документов. В зависимости от степени формализации целей, основных подходов к обработке исходной информации, согласования показателей плана методы экономического

планирования и прогнозирования можно подразделять на две основные группы: интуитивные и формализованные (рис.3).

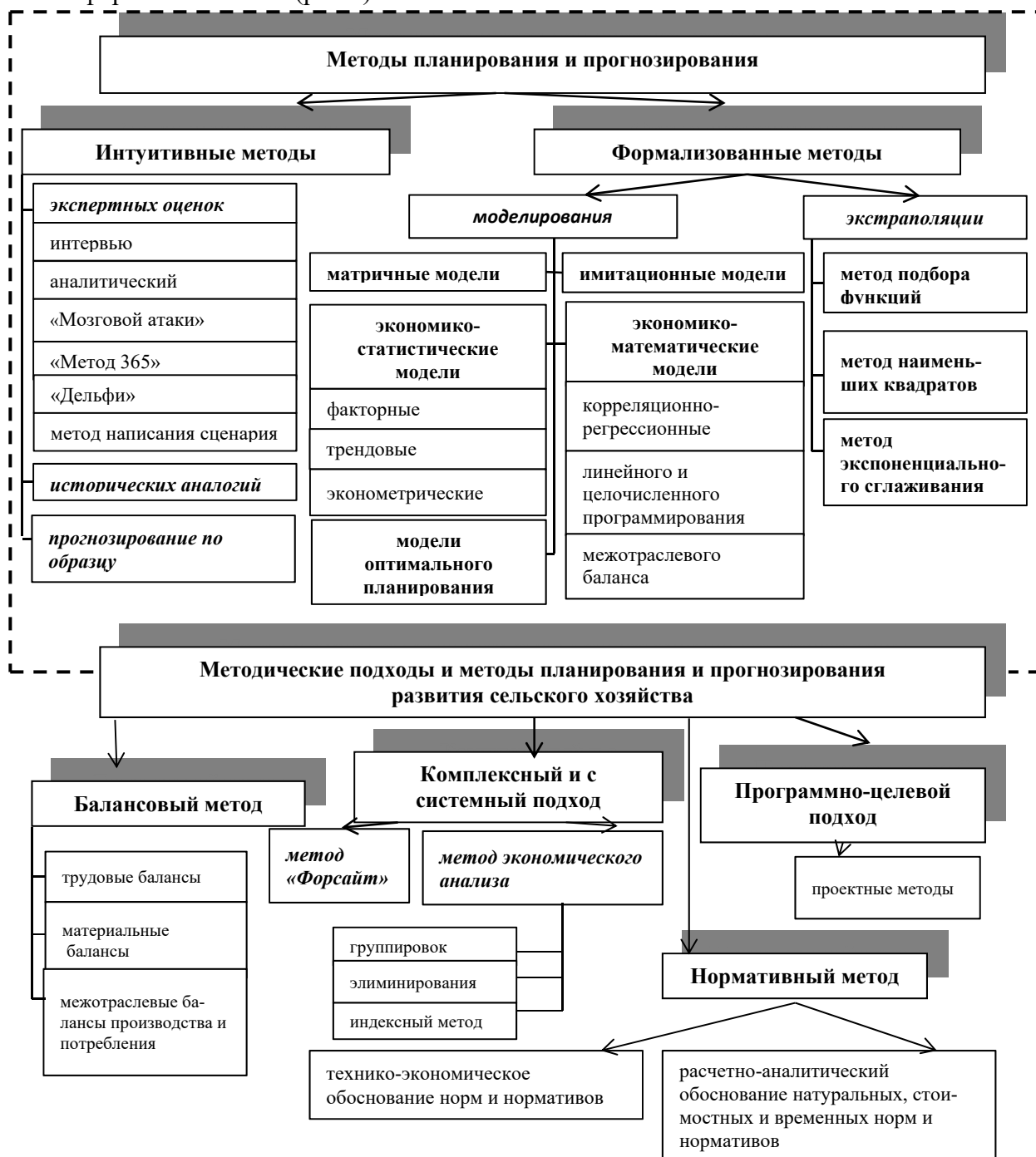


Рис.3. Классификация методов планирования и прогнозирования развития сельского хозяйства при разработке и реализации государственных программ

Источник: разработано автором по материалам исследования

Фундаментальной основой интуитивных (эвристических) методов экономического планирования и прогнозирования аграрного сектора экономики является интуитивное, логическое мышление специалистов-экспертов, применяемое в том случае, когда объект прогнозирования и планирования достаточно прост и не требует серьезных расчетов, имеет место неполная информация, либо когда из-за существенной сложности объекта невозможно учесть влияние многих эндогенных и экзогенных факторов. В рамках интуитивных методов широкое применение получили методы экспертных оценок, метод интервью, аналитический метод, метод написания сценария, мозговой атаки и прочие. Не раскрывая содержание этих известных методов, следует отметить повышение значимости экспертных оценок в целом,

когда тенденции, происходящие в мировой и национальной экономике, искажаются кризисными периодами в условиях турбулентности мировых финансовых, сырьевых и товарных рынков, а человеческий фактор координирует и определяет ключевые направления развития отраслей сельского хозяйства [8; 14].

Формализованные методы расчета и обоснования показателей планово-прогнозных документов в сельском хозяйстве основываются на строгих математических формулах, зависимостях и алгоритмах последовательности. К ним относятся: методы прогнозной экстраполяции, среди которых метод подбора функций на основе метода наименьших квадратов, модифицирующегося в методы экспоненциального и адаптивного сглаживания, и методы моделирования, представляющие собой экономико-математическую модель описания объекта экономического планирования с помощью эконометрических зависимостей и математических отношений.

Выделяют матричные, экономико-статистические (линейные и нелинейные тренды, корреляционно-регрессионные, эконометрические) и имитационные модели (рис. 3). Необходимо отметить, что в период кризисных явлений в экономике наблюдается снижение достоверности методов прогнозной экстраполяции, проектирующих прошлые тенденции в будущее, в связи с происходящими изменениями.

В этой связи в настоящее время в особую ветвь экономико-математического моделирования обособляются методы имитационного моделирования планово-управленческих работ в сельском хозяйстве, представляющие собой комплекс интуитивно-автоматизированных процедур, при которых экономико-математические модели вступают в тесное взаимодействие с эвристическим и натуральным моделированием действий лиц, вырабатывающих и принимающих решение. Полученные аппроксимальные зависимости, моделируют протекание социально-экономических процессов в аграрном секторе экономики, а обеспечивающий имитацию человеческий фактор моделирует управление объектами и процессами на основе экспертной оценки сложившейся ситуации, что, естественным образом, позволяет получить симбиоз математического моделирования развития экономических процессов в сельском хозяйстве с нефармализованными методами планирования, и управления ими. Поскольку методы математического моделирования, являющиеся составной частью имитационных моделей, не позволяют адекватно отобразить реальную ситуацию развития хозяйствующих субъектов аграрной сферы в условиях современной российской реальности [5; 15].

В практике, разработки прогнозных сценариев развития отраслей национальной экономики, выше представленные методы применяются в форме методических подходов и рекомендаций, конкретизирующих методику расчета и оценки показателей прогноза и плана. При этом все методы и методологические подходы разработки планов, прогнозов и программ, тесно взаимосвязаны.

Многообразие методологических подходов, получивших широкое распространение в России в период расцвета централизованного планирования, в условиях рынка было усовершенствовано, они получили принципиально новое развитие в следующих: комплексном, нормативном, балансовом, программно-целевой (рис. 3).

Так, сущность комплексного подхода требует системного решения значительного круга взаимосвязанных задач, проблем и процессов, среди которых: темпы и пропорции развития аграрного сектора экономики, сбалансированность развития его отраслей, отражение тенденций процесса цифровой трансформации и материально-технической модернизации во всех разделах и показателях прогноза и плана; взаимоувязка планов по устойчивому развитию сельских территорий с повышением уровня жизни сельского населения, ростом их доходов, улучшением его кадрового обеспечения отрасли, развитие сельской инфраструктуры; сохранения плодородия земель сельскохозяйственного назначения; планирование инвестиционных вложений в приоритетные направления деятельности; обеспечение устойчивого развития смежных отраслей АПК; выявление резервов экономического роста в аграрной сфере и другое.

Данный методологический подход предполагает формирование организационно-методологического механизма системы стратегического планирования развития аграрного сектора экономики на уровне отраслевого министерства, призванного разработать проекты планов развития отрасли в целом, в разбивке по регионам; планов балансов использования продовольственных, трудовых, сырьевых, топливно-энергетических, земельных ресурсов, генерального плана размещения и специализации сельскохозяйственного производства в контексте пространственного развития [5; 16].

В условиях глобальной турбулентности мировой экономики и нестабильной макроэкономической ситуации в стране, требующей учета предстоящих изменений в долгосрочной перспективе, возрастает потребность в разработке и обосновании экономической базы норм и нормативов, которые в экономическом (стратегическом) планировании могут использоваться для решения следующих задач:

- проведения анализа современного состояния аграрного сектора экономики, выделяя оптимальные соотношения и пропорции факторов и результатов хозяйственной деятельности;
- разработки и обоснования многовариантных прогнозов развития отрасли, учитывающих прогнозные нормативы исходя из развития инновационных и цифровых технологий в сельском хозяйстве и иных параметров;
- установления основных показателей-индикаторов в планово-прогнозных документах на всех уровнях управления;
- выявления экономических ориентиров для сельскохозяйственных товаропроизводителей при разработке стратегии их развития и критериев эффективности их деятельности [10].

Например, ориентация планов в разрезе социально-экономической политики государства в аграрном секторе экономики, направленных на обеспечение продовольственной независимости государства, нашла широкое применение в планировании норм потребления населением страны основных видов продовольствия, включая рациональные нормы, рекомендованные Минздравом.

Применение в системе экономического планирования балансового метода позволяет получить адекватную количественную оценку важнейших экономических процессов высокоинтенсивного воспроизводства в сельском хозяйстве, их натурально-вещественных и стоимостных пропорций. Так, балансы продовольственных, финансовых, трудовых ресурсов, основных фондов, производственных мощностей, доходов и расходов населения позволяют определить ключевые показатели и пропорции производства, распределения потребления и накопления сельскохозяйственной продукции и ресурсов, необходимых для ее изготовления.

Разработка укрупненной динамической модели на основе межотраслевого баланса при планировании на долгосрочную перспективу позволит обосновать варианты расчетов темпов экономического роста по отраслям в увязке с инвестиционными вложениями с учетом цифровой трансформации аграрного сектора экономики и модернизации его материально-технической платформы, а при краткосрочном (годовом) планировании обеспечить оперативную корректировку планов, оптимизацию структуры производства продукции по отдельным приоритетным направлениям и отраслям с использованием отраслевых блоков модели межотраслевого баланса. В целом, применение балансового метода в планировании предполагает решение проблемы сбалансированного развития аграрного сектора экономики на основе научной обоснованности разделов стратегического плана.

В большинстве случаев, когда прогноз и план в современных условиях хозяйствования должны объективно реагировать на изменение макроэкономической ситуации и рыночной конъюнктуры, балансовый метод, опираясь на систему норм и нормативов, позволяет на основе балансового сравнения оценить поступление и расход ресурсов, определить потребности и источники их удовлетворения, установить соответствие между целевыми ориентирами развития отрасли и возможностями их достижения, соединяя воедино все элементы производственного цикла.

В условиях современной российской реальности усиливается роль программно-целевого подхода в разработке и реализации государственных программ развития сельского хозяйства, предназначенных для решения насущных проблем социально-экономического, материально-технического, научно-технологического характера развития отрасли, что способствует формированию оптимальных пропорций структуры аграрного сектора экономики с учетом задач прорывного научно-технологического и социально-экономического развития российской экономики, закрепленных в майских Указах Президента Российской Федерации [1; 2].

Так, в условиях либерализации внешней торговли роль государства в обеспечении конкурентоспособности аграрного производства следует рассматривать не с точки зрения кейнсианской школы, а с позиции современного институционально-социологического направления. В данном случае роль государства сводится к активному участию в формировании институциональной среды путем разработки и совершенствования социально-экономических программ. Поскольку естественный отбор институтов не всегда оставляет лучшие и оптимальные варианты. Данный факт наглядно демонстрирует экономическая политика СССР и непродуманные, спонтанные экономические реформы современной России [12].

Кондрашев К., Майталь Ш., Ремезков А.А., Серегина С.Ф., единодушны во мнении, что посредством социально-экономических программ государство вмешивается в жизнь рынка в той степени, которая необходима как поддержания сбалансированного макроэкономического равновесия, так и для обеспечения действия механизма конкуренции или для контроля тех рынков, на которых условия вполне свободной конкуренции неосуществимы [6; 9; 17; 18].

Методологические аспекты разработки и реализации государственных и федеральных целевых программ, по мнению Молчановой Н.П. базируются на принципах программности, целеориентированности, комплексности, ресурсообеспеченности, результативности (эффективности).

Программность предполагает разработку плана проведения комплекса взаимосвязанных, согласованных программных действий.

Целеориентированность квалифицируется направленностью совокупности программных мероприятий на достижение конечной цели в виде решения единой, общей для субъектов федерального округа РФ проблемы.

Комплексность представляется в виде сочетания разнообразных мер (административных, экономических и организационных), обеспечивающих согласование действий по решению программной проблемы.

Ресурсообеспеченность отражается подкреплением планируемых мероприятий необходимыми факторами производства и их концентрацией в рамках программы.

Результативность (эффективность) выражается успешностью решения острой народнохозяйственной проблемы, которая может быть достигнута путем проведения программных мер, включающих, в том числе и сосредоточение ресурсов [11].

Практика показывает, что разработка и реализация долгосрочных социально-экономических программ в аграрном секторе позволяет усилить целевую ориентацию планов, развивать проблемно-ориентированное планирование, выявить определенные приоритеты в решении проблем продовольственного обеспечения, предсказать реальную картину будущего развития сельского хозяйства, разумно инвестировать средства в приоритетные отрасли, обеспечить устойчивое развитие как рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, так и национальной экономики в целом.

Планы-программы носят индикативный характер и разрабатываются по заданию правительства. В них государство обозначает пути и средства, необходимые для получения плановых результатов развития аграрного сектора экономики. Рычагами и стимулами для достижения целей в планах-программах являются: льготное кредитование, льготное налогообложение, ускоренная амортизация, госзаказ, лизинг, страхование урожаев, финансовая поддержка сельских товаропроизводителей.

С позиции системы планирования и прогнозирования развития аграрного производства необходимо чтобы Госпрограмма развития сельского хозяйства выражала глубоко продуманную стратегию и тактику осуществления производственно-хозяйственной деятельности, способствовала повышению конкурентоспособности аграрного сектора, была направлена на обеспечение продовольственной безопасности, рост добавленной стоимости продукции произведенной в аграрном секторе экономики, стимулирование инвестиционной активности в сельском хозяйстве, реализацию экспортно-ориентированной стратегии в АПК, борьбу с бедностью, повышение социально-экономического уровня жизни в сельской местности, рациональное использование земли.

Широкое распространение программно-целевого метода в планировании на современном этапе развития аграрного производства стало ключевым направлением совершенствования плано-прогнозной работы на макроэкономическом уровне.

В частности, переход на проектные методы программно-целевого планирования открывает новые возможности для отдельных приоритетных направлений сельскохозяйственного производства. Так, проектный формат программно-целевого планирования представляет собой механизм управления масштабными задачами, который позволяет скоординировать деятельность хозяйствующих субъектов в сельском хозяйстве для достижения определенных запланированных целей, направленных на получение уникальных результатов в условиях временных и ресурсных ограничений, и преследующих стратегические выгоды. При этом приоритетные цели проектного управления отраслью должны соответствовать методике SMART, то есть быть конкретными, измеримыми, достижимыми, актуальными, и иметь срок, к которому их необходимо достичь [1;2; 3].

Основное предназначение проектного управления в аграрной сфере заключается в переводе на передовой уровень развития бесчисленного множества различных типов сельскохозяйственных предприятий посредством оказания им бюджетной поддержки. Применение инструментов проектного управления с использованием механизма государственной поддержки позволит сконцентрировать усилия органов власти всех уровней на достижении конкретных результатов. При этом бюджетной поддержкой будут обеспечены проекты, соответствующие темпам опережающего экономического развития аграрного производства в соответствии с процедурой ранжирования по приоритетности, стимулирующей достижение целевых показателей Госпрограммы.

Новый управленческий инструментарий государственного регулирования аграрного сектора основывается на значительном опыте крупных коммерческих отечественных и зарубежных корпораций в решении сложных задач развития производства в рамках инициирования подготовки, разработки и реализации проекта, имеющего собственную организационную структуру, координационный центр с распределением ролей и обязанностей, соответствующий план развития. Проектные механизмы на уровне государства предполагают интеграцию деятельности представителей органов власти и агробизнеса на основе государственного частного партнерства. Представители органов власти, одновременно работающие в своем подразделении и в составе группы по координации управления проектом, помогают сельскохозяйственным товаропроизводителям, заинтересованным в проектах, расширить свои возможности по освоению инновационной деятельности и сбыту произведенной продукции на основе сочетания проектного и функциональных подходов.

Следует отметить, что инновационная деятельность по производству уникальной сельскохозяйственной продукции или продукции нового качества произведенная с помощью современных технологий, среди которой элитное семеноводство и племенное животноводства, производство и реализация продукции в рамках сельскохозяйственной кооперации и масштабной модернизации материально-технической платформы аграриев, должна стать ключевым элементом системы проектного управления в аграрной сфере.

Кроме того, организационно-экономический механизм распределения бюджетных средств в отраслях сельскохозяйственного производства на основе проектного управления объединит не только сельскохозяйственных товаропроизводителей и органы государствен-

ной власти всех уровней, но и кредитно-финансовые организации, вузы, учреждения науки, отраслевые союзы и ассоциации. При этом последние во взаимодействии с органами власти могут выступать инициаторами разработки портфеля приоритетных проектов, механизма распределения ресурсов, документирования основных этапов проектирования, обучения персонала, внедрения программного обеспечения, совершенствования организационной структуры управления хозяйствующих субъектов в сельском хозяйстве, предполагающей реализацию инновационно-инвестиционных проектов наряду с основной деятельностью во временно создаваемых подразделениях. Так, например, Центросоюз может играть важную роль в развитии кооперационных производственно-экономических отношений на селе, усиливая значимость малого агробизнеса в обеспечении продовольственной безопасности страны [7; 14].

Практика показывает, что недостаточно высокий уровень организации внутрихозяйственного управления, слабая обеспеченность сельхозтоваропроизводителей компьютерной техникой и отсутствие доступа к информационным ресурсам, в том числе сети Интернет, несвоевременность получения необходимой информации, отток квалифицированных специалистов из сельской местности, существенно затрудняют процесс перехода на проектные методы планирования на уровне хозяйствующих субъектов сельскохозяйственного производства России. В итоге количественное обоснование стратегических целей государства не всегда находит отражение в мероприятиях по их достижению на хозяйственном уровне [7].

Заключение. Не смотря на то, что в России с 2018 г. наблюдается процесс переориентации Госпрограммы развития сельского хозяйства на проектные методы управления, получив статус «пилотной», механизмы программных мероприятий не обеспечивают оптимального распределения бюджетных средств и сбалансированности количественных и качественных целевых и производственно-хозяйственных показателей с имеющимися ресурсами. В этой связи необходимо изменить целевую направленность взаимоотношений как между органами власти всех уровней управления, так и хозяйствующими субъектами. Целесообразно переориентировать участие региональных органов власти в реализации федеральной Госпрограммы, тогда как Минсельхоз России принимает активное участие в реализации региональных программ. При этом на местном уровне управления необходимо обеспечить внедрение проектных практик и устойчивое информационно-консультативное сопровождение для сельскохозяйственных товаропроизводителей, вооружить их необходимой нормативно-правовой документацией по разработке, планированию и отбору проектов, примерами составления проектов; методиками совершенствования организационной структуры, изменений в учете и управлении финансами, материальными и трудовыми ресурсами; современными системами автоматизации разработки и реализации проектов, знаниями и навыками управления ими. Создание научного и методического обеспечения системы стратегического планирования в аграрном секторе экономики, формирование которого относится как обязанностям соответствующих подразделений органов управления отраслью сельского хозяйства, так и науки, будет способствовать более эффективной разработке и взаимной увязке федеральных и региональных программ на основе проектного подхода.

В связи с этим возникает необходимость научного обоснования ключевых направлений государственного регулирования аграрного производства, позволяющего объединить их в определенную систему методических подходов и внести действенные изменения в содержание существующей Госпрограммы развития сельского хозяйства или разработку новых.

Библиография

1. Беспяхотный Г.В Программно-целевое планирование и проектное управление в сельском хозяйстве // <https://cyberleninka.ru/article/n/programmno-tselevoe-planirovanie-i-proektnoe-upravlenie-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения 15.03.2020)
2. Беспяхотный Г.В Программно-целевое планирование и проектное управление в сельском хозяйстве // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.- 2018. - № 2 (26). - С.3-15.
3. Беспяхотный Г.В. Планирование развития АПК и кооперации // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики.- 2019. - №2. С. 3-14.

4. Бутов В.М. Основы региональной экономики: учебное пособие / В.М. Бутов, В.Г. Игнатов, Н.П. Кетова.- Ростов-н/Д: Март 2000.- 448 с.
5. Иванченко В.М. Методология народно-хозяйственного планирования (проблемы совершенствования). М.: изд-во «Экономика», 1975 г. – 239 с.
6. Кондрашев К. К вопросу о теоретическом обосновании ценообразования // Экономист. - 2000. – № 11. - С.86-88.
7. Куправа Т.А. О применении методологии управления проектами в АПК // Вестник РУДН. – 2008. - № 3.- С. 14-19.
8. Личко К.П. Прогнозирование и планирование аграрно- промышленного комплекса: учебник для вузов по агроэкон. специальностям.- М.:Гардарики, 199, - 264 с.
9. Майталь Ш. Экономика для менеджеров: десять важных инструментов для руководителей. – М.: Дело, 1996. – 416 с.
10. Модели экономического планирования развития АПК/ В.В. Кузнецов, В.В. Гарькавый, А.Н. Тарасови др.- Ростов-на-Дону: ВНИИЭиН, 2005.- 544 с.
11. Молчанова Н. П. Управление федеральным округом на основе программно-целевого подхода: методологическое, методическое и организационно-экономическое обеспечение: Автореф. дис. ... док. экон. наук. - Москва, 2011.
12. Нечаев В.И., Бершицкий Ю.И., Резниченко С.М. Региональные аспекты государственного регулирования агропромышленного производства: Монография. – С-П.: Лань, 2009 – 553 с.
13. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учебное пособие для вузов по экон. специальностям / Т.Г. Морозова, А.В. Пилкулькин, В.Ф. Тихонов и др.; под ред. Т.Г. Морозовой, А.В. Пилкулькина.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.- 318 с.
14. Прогнозирование и планирование экономики: учебное пособие для экон. специальностей вузов/ В.И. Борисевича, Ю.М. Трушин, Г.А. Кандаурова и др.; под общ. ред. В.И. Борисевича, Г.А. Кандауровой. – Минск.: Экоперспектива, 2000. - 432 с.
15. Райзберг Б., Пекарский Л. Качество планово-управленческой работы: (Вопросы методологии и практики).- М.: Экономика, 1987.- 232 с.
16. Райзберг Б., Пекарский Л. Научные основы народнохозяйственного планирования. М.: «Экономика», 1975.- 55 с.
17. Ремезков А.А. Государственное регулирование инвестиционного процесса и рост экономики АПК / А.А. Ремезков, В.В. Говдя // Сельские зори. - 2004. – № 5. - С. 10-13.
18. Серегина С.Ф. Роль государства в экономике: Синергетический подход. – М.: Дело и сервис, 2002. – 288 с.

References

1. Bepakhotny G. V. Program-target planning and project management in agriculture // <https://cyberleninka.ru/article/n/programmno-tselevoe-planirovanie-i-proektnoe-upravlenie-v-selskom-hozyaystve> (accessed 15.03.2020)
2. Bepakhotny G. V. Programmno-target planning and project management in agriculture // Models, systems, and networks in Economics, technology, nature, and society.- 2018. - № 2 (26). - Pp. 3-15.
3. Bepakhotny G. V. Planning the development of agriculture and cooperation // Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy.- 2019. - no. 2. P. 3-14.
4. Butov V. M. Fundamentals of regional economy: textbook / V. M. Butov, V. G. Ignatov, N. P. Ke-Tova.- Rostov-n/A: March 2000. - 448 p.
5. Ivancheko V. M. Methodology of national economic planning (problems of improvement). Moscow: publishing house "economy", 1975-239 p.
6. Kondrashev K. On the issue of theoretical justification of pricing // Economist, 2000, No. 11, Pp. 86-88.
7. Kuprava T. A. on the application of project management methodology in the agro-industrial complex // Vestnik RUDN. - 2008. - no. 3. - P. 14-19.
8. Lichko K. P. Forecasting and planning of the agricultural and industrial complex: textbook for universities on agroecon. specialties.- М.: Gardariki, 199, - 264 p.
9. Maital Sh. Economics for managers: ten important tools for managers. - Moscow: Delo, 1996. - 416 p.
10. Models of economic planning of agricultural development/ V. V. Kuznetsov, V. V. Garkavy, A. N. Tarasovi et al. - Rostov-on-don: Vniiein, 2005, 544 p.
11. Molchanova N. P. Management of the Federal district on the basis of the program-target approach: methodological, methodological and organizational-economic support: abstract of the dis. ... dock. Econ. sciences'. - Moscow, 2011.
12. Nechaev V. I., Bershitsky Yu. I., Reznichenko S. M. Regional aspects of state regulation of agro-industrial production: Monograph. – S-P.: DOE, 2009 – p. 553
13. Forecasting and planning in the market: a textbook for universities in Economics. speci-Alty / T. G. Morozova, A.V. Pikulkin, V. F. Tikhonov, etc.; edited by T. G. Morozova, A.V. Pikulkin. Moscow: UNITY-DANA, 1999, 318 p.

14. forecasting and planning of the economy: tutorial for Econ. specialties of higher education institutions/ V. I. Borisevich, Yu. M. Trushin, G. A. Kandaurov, etc.; under the General editorship of V. I. Borisevich, G. A. Kandaurova. – Minsk.: Ekoperspektiva, 2000. - 432 p.

15. Raizberg B., Pekarsky L. Quality of planning and management work: (questions of methodology and practice). Moscow: Ekonomika, 1987, 232 p.

16. Raizberg B., Pekarsky L. scientific bases of national economic planning, Moscow: Ekonomika, 1975, 55 p.

17. Remezko A. A. State regulation of the investment process and growth of the economy of the agro-industrial complex / A. A. Remezko, V. V. Govdya // Rural dawn. - 2004. - no. 5. - P. 10-13.

18. Seregina S. F. the Role of the state in the economy: Synergetic approach, Moscow: Business and service, 2002, 288 p.

Сведения об авторе

Холодова Марина Александровна, кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела экономики и нормативов, ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр (ФРАНЦ): Ростовская область, Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская, 1, Россия, 346735, тел. +8-863-503-73-89, E-mail: kholodovama@rambler.ru

Information about author

Kholodova Marina Aleksandrovna, candidate of economic Sciences, associate Professor, leading researcher of Department of regional economy, Federal Rostov Agricultural Research Centre (FRARC), Rostov region, aksaysky district, p. Rassvet, Institutskaya str., 1, Russia,, 346735, tel. +8-863-503-73-89, E-mail: kholodovama@rambler.ru

Нашим авторам

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 – ВИНИТИ 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, затенение, 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 «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.

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 «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.

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.

Our reviewers

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 “Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village”:

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,
Gruzдова Lyudmila Nikolaevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,
e-mail: konf.econom@yandex.ru
Tel. +7 919 229-09-96.

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 “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.

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 intensivnykh tekhnologiy vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnykh 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.