



# Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№4 (40) 2023

**Инновации в АПК:  
проблемы и перспективы**

Теоретический и научно-  
практический журнал

**Выпуск 4 (40)  
2023 г.**

**Учредитель:**

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Белгородский  
государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина»

Издаётся с 2013 года

Выходит один раз в квартал

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

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

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.

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка:  
Манохин А.А., Воробьёва Т.Ю.

Адрес редакции и издателя журнала:  
308503, ул. Вавилова, 1, п. Майский,  
Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия  
Тел.: +7-4722-39-11-69,  
Факс: +7-4722-39-22-62

© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Белгородский  
государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина», 2023

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор – **Алейник С.Н.**, к. тех. н., доцент

Заместитель главного редактора – **Дорофеев А.Ф.**, д. э. н., доцент

**Члены редакционной коллегии:**

<b>Азаров В.Б.</b> , д. с.-х. н., профессор;	<b>Меделяева З.П.</b> , д. э. н., профессор;
<b>Андрианов Е.А.</b> , д. с.-х. н., профессор;	<b>Муравьёв А.А.</b> , к. с.-х. н., доцент;
<b>Аничин В.Л.</b> , д. э. н., профессор;	<b>Мязин Н.Г.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Афоничев Д.Н.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Наседкина Т.И.</b> , д. э. н., профессор;
<b>Бабинцев В.П.</b> , д. фил. н., профессор;	<b>Наумкин В.Н.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Вендин С.В.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Пастухов А.Г.</b> , д. тех. н., профессор;
<b>Гончаренко О.В.</b> , к. э. н., доцент;	<b>Поливаев О.И.</b> , д. тех. н., профессор;
<b>Груздова Л.Н.</b> , к. э. н., доцент;	<b>Растопчина Ю.Л.</b> , к. э. н., доцент;
<b>Демидова А.Г.</b> , к. с.-х. н., доцент;	<b>Саенко Ю.В.</b> , д. тех. н., доцент;
<b>Запорожцева Л.А.</b> , д. э. н., профессор;	<b>Сидоренко О.В.</b> , д. э. н., доцент;
<b>Колесников А.С.</b> , к. тех. н., доцент;	<b>Скuryтин Н.Ф.</b> , д. тех. н., профессор;
<b>Коломейченко А.В.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Смуров С.И.</b> , к. с.-х. н.;
<b>Котлярова Е.Г.</b> , д. с.-х. н., профессор;	<b>Столяров О.В.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Коцарева Н.В.</b> , д. с.-х. н., доцент;	<b>Ступаков А.Г.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Лебедев А.Т.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Токарёв Е.В.</b> , д.э.н., профессор
<b>Ломазов В.А.</b> , д. физ.-мат. 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);  
**Вереновская А.**, PhD э. н. (Польша);  
**Ерохин М.Н.**, д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);  
**Колесников А.В.**, д. э. н., доцент, член-корреспондент РАН (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).

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:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)
- 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)
- 5.2.4. Финансы (экономические науки)

Информация об ответственных редакторах и секретарях тематических  
секций указана в конце журнала в разделе «Руководство для авторов».

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 28.12.2023 г., дата выхода в свет 17.01.2024 г.

Усл. п.л. 24. Тираж 1000 экз. Заказ № 2018. Свободная цена.

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

Тел. +7 910 360-14-99

e-mail: [polyterra@mail.ru](mailto:polyterra@mail.ru), официальный сайт: <http://www.polyterra.ru>

## Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice  
journal

Release 4 (40)  
2023

### Founder:

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

Published since 2013

Issued once per quarter

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.

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.

Design layout and computer-aided makeup:  
Manokhin A.A., Vorobyeva T.Y.

Editorial board and journal publisher:  
ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy,  
Belgorod region, Russia  
Tel.: +7 4722 39-11-69,  
Fax: +7 4722 39-22-62

© Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education  
«Belgorod State Agricultural University named  
after V. Gorin», 2023

### EDITORIAL STAFF

**Editor in Chief** – Aleinik S.N., Cand.Tech. Sci, as. prof;

**Deputy editor** – Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., as. professor

### Members of Editorial Staff:

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

### 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, Correspondent Member  
of RAS (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).

The list of leading reviewed scientific journals in which the main scientific  
results of dissertations for the doctoral degrees of doctor and candidate of sci-  
ence should be published includes the following scientific specialties presented  
in the journal:

- 4.1.1. General agriculture and crop production (agricultural sciences)
- 4.1.3. Agrochemistry, agrosil science, plant protection and quarantine  
(agricultural sciences)
- 4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex  
(technical sciences)
- 4.3.2. Electrical technologies, electrical equipment and power supply of agro-  
industrial complex (technical sciences)
- 5.2.3. Regional and sectoral economics (economic sciences)
- 5.2.4. Finance (economic sciences)

Information about executive editors and secretaries of thematic sections is  
given at the end of the journal in the section «Guidelines for Authors».

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

Signed for publication 28.12.2023, date of publication 17.01.2024.

Conventional printed sheet 24. Circulation 1000 copies.

Order № 2018. Free price.

Address of printing: st. Student 16, office 19., Belgorod, Russia  
tel. +7-910-360-14-99.

e-mail: [polyterra@mail.ru](mailto:polyterra@mail.ru), official website: [www/polyterra.ru](http://www/polyterra.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.А. Швыдченко</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ АКЦИАЛЬНО-РОТОРНЫМ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ.....	5
<i>В.И. Борозенцев, А.В. Бекетов</i> К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКА ПОТОКА МОЛОКА ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ.....	11
<i>Н.А. Глечикова, А.Т. Лебедев, Р.В. Попова, А.А. Серёгин</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ УРОВНЯ ПРИ ПОСЕВЕ И ВОЗДЕЛЫВАНИИ.....	19
<i>М.Е. Жерновой, В.И. Борозенцев</i> РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ СЫПУЧИХ КОНСЕРВАНТОВ НА КОРМОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН.....	28
<i>А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин</i> К ВОПРОСУ ПЕРЕВОДА ДИЗЕЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ГАЗОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО.....	34
<i>О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова, К.В. Казаков</i> АЭРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ.....	41
<i>С.А. Шишурич, Р.Д. Гончаров, А.Д. Исаев</i> РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ КАРТ ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	49

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>И.Г. Генералов, С.А. Суслов, Н.В. Провалёнова</i> РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕРНОВОЙ ОТРАСЛИ.....	55
<i>Н.М. Гончарова</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРОКОВ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	61
<i>В.В. Горбунов, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров</i> УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА СВЕКЛОСАХАРНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ В ЦЧР.....	64
<i>В.Т. Городов</i> НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	68
<i>Е.Ю. Колесниченко, Т.В. Олива, С.И. Панин, И.В. Селюков</i> ВЛИЯНИЕ ВЕРМИГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ НА УЛУЧШЕННЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САЛАТА СОРТА МАСЛЯНИСТЫЙ.....	78
<i>Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, А.В. Ширяев, Т.С. Морозова, А.В. Акинчин</i> ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И ЧИСЛЕННОСТИ КЛЮЧЕВЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ГРУПП БАКТЕРИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....	90
<i>С.С. Кульков, В.Б. Азаров</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ В СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ В ЦЧР.....	100
<i>С.А. Линков, А.О. Палий, Н.А. Линков, Т.С. Морозова</i> ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ С КОРОТКОЙ РОТАЦИЕЙ НА ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР.....	106
<i>С.А. Линков, А.В. Ширяев, А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, Т.С. Морозова</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА УЧАСТКАХ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	117

### ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<i>И.В. Белинская, А.А. Гуменный</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В ЦЕЛЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	125
<i>А.И. Добрунова, А.Н. Простенко, М.В. Щербатюк, Д.Р. Добрунов</i> ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ РФ.....	131
<i>А.Ф. Дорофеев, А.М. Восковых, Т.В. Балабанова, Н.П. Зуев, Е.Н. Девальд</i> АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И РЕЗЕРВОВ РОСТА ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	140
<i>О.И. Золотарёва, С.Н. Золотарёв, А.Н. Простенко</i> ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	144
<i>Э.А. Калафатов</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СУБЪЕКТОВ-НОСИТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	150
<i>Д.П. Кравченко, А.Н. Акуния</i> К ВОПРОСУ ИНТЕНСИВНОГО ИННОВАЦИОННОГО ТИПА ПРОИЗВОДСТВА В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	156
<i>И.Н. Меренкова, Д.Н. Помотилов</i> ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСНО-ИНФРАСТРУКТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	163
<i>Л.А. Решетняк, Н.Н. Шульга</i> НАЛОГОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КФХ И ИП: ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЕНС.....	172
<i>Е.А. Саратцева, Ю.А. Китаёв</i> ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	178
<i>Ж.А. Ульянова, Е.А. Голованева, Е.А. Базовкина</i> РАСШИРЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	181
Руководство для авторов.....	186

## CONTENTS

### AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>D.N. Bakharev, A.G. Pastukhov, S.A. Shvydchenko</i> OPTIMIZATION OF THE ENERGY INTENSITY OF THE PROCESS OF THRESHING SEED CORN WITH AN AXIAL-ROTARY THRESHING-SEPARATING DEVICE.....	5
<i>V.I. Borozentsev, A.V. Beketov</i> ON THE JUSTIFICATION OF THE DESIGN PARAMETERS OF THE SENSOR MILK FLOW PORTABLE COW MILKING MANIPULATOR.....	11
<i>N.A. Glechikova, A.T. Lebedev, R.V. Popova, A.A. Seregin</i> CLASSIFICATION OF TYPES OF POTENTIAL GRAIN LOSSES OF WINTER WHEAT AND PREDICTION OF GRAIN LOSSES LEVEL DURING SOWING AND CULTIVATION.....	19
<i>M.E. Zhernovoy, V.I. Borozentsev</i> DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF A DEVICE FOR APPLICATION OF SOLID BULK PRESERVATIVES FOR FORAGE HARVESTERS.....	28
<i>A.T. Lebedev, P.A. Lebedev, R.V. Pavlyuk, A.V. Zakharin</i> ON THE ISSUE OF THE TRANSFER OF DIESEL ENERGY RESOURCES TO GAS-DIESEL FUEL.....	34
<i>O.A. Chekhunov, G.S. Chekhunova, K.V. Kazakov</i> AERATION PLANT FOR GRANARIES.....	41
<i>S.A. Shishurin, R.D. Goncharov, A.D. Isaev</i> DEVELOPMENT OF UNIVERSAL MAPS OF POSSIBLE MALFUNCTIONS OF AGRICULTURAL MACHINERY USING AUGMENTED REALITY.....	49

### INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>I.G. Generalov, S.A. Suslov, N.V. Provalyonova</i> REGIONAL DIMENSION OF DIGITAL APPLICATIONS IN THE GRAIN INDUSTRY.....	55
<i>N.M. Goncharova</i> STUDY OF THE INFLUENCE OF PLANTING DATES OF POTATOES OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS ON YIELD AND QUALITY INDICATORS.....	61
<i>V.V. Gorbunov, V.V. Lotkova, V.B. Azarov</i> THE YIELD OF SUGAR BEET AND THE TECHNOLOGICAL QUALITIES OF SUGAR BEET RAW MATERIALS DURING VARIOUS TILLAGE IN THE CDR.....	64
<i>V.T. Gorodov</i> SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL TOOLS IN THE BREEDING OF SPRING WHEAT.....	68
<i>E.Yu. Kolesnichenko, T.V. Oliva, S.I. Panin, I.V. Selyukov</i> EFFECT OF VERMIGUMIN FERTILIZER ON IMPROVED ECONOMIC AND VALUABLE CHARACTERISTICS OF OILY LETTUCE.....	78
<i>L.N. Kuznetsova, S.A. Linkov, A.V. Shiryayev, T.S. Morozova, A.V. Akinchin</i> ASSESSMENT OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF TYPICAL CHERNOZEM AND THE NUMBER OF KEY ECONOMICALLY VALUABLE GROUPS OF BACTERIA UNDER THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL FACTORS.....	90
<i>S.S. Kulkov, V.B. Azarov</i> FORMATION OF SOYBEAN PRODUCTIVITY IN MODERN AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION.....	100
<i>S.A. Linkov, A.O. Paliy, N.A. Linkov, T.S. Morozova</i> INFLUENCE OF CROPPING ROTATIONS WITH SHORT ROTATION ON THEIR PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY IN THE SOUTH-WESTERN PART OF THE CCR.....	106
<i>S.A. Linkov, A.V. Shiryayev, A.V. Akinchin, L.N. Kuznetsova, T.S. Morozova</i> ASSESSMENT OF THE STATE OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES IN AREAS WITH DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS.....	117

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

<i>I.V. Belinskaia, A.A. Gumenny</i> APPLICATION OF RECYCLING TECHNOLOGIES FOR THE PURPOSES OF IMPORT SUBSTITUTION AT AGRICULTURAL ENTERPRISES OF THE RUSSIAN FEDERATION.....	125
<i>A.I. Dobrunova, A.N. Prostenko, M.V. Shcherbatyuk, D.R. Dobrunov</i> FORECAST OF AGRICULTURAL MARKET DEVELOPMENT TECHNICIANS OF THE RUSSIAN FEDERATION.....	131
<i>A.F. Dorofeev, A.M. Woskovyh, T.V. Balabanova, N.P. Zuev, E.N. Devald</i> ANALYSIS OF DYNAMICS AND RESERVES FOR PRODUCTION GROWTH SUNFLOWER IN THE VORONEZH REGION.....	140
<i>O.I. Zolotareva, S.N. Zolotarev, A.N. Prostenko</i> STATE SUPPORT FOR AGRICULTURAL PRODUCERS OF SMALL BUSINESSES IN THE BELGOROD REGION.....	144
<i>E.A. Kalafutov</i> INTERACTION OF SUBJECTS-CARRIERS OF ECONOMIC INTERESTS IN THE AGRICULTURAL SPHERE OF RURAL TERRITORIES.....	150
<i>D.P. Kravchenko, A.N. Akupiyev</i> ON THE ISSUE OF INTENSIVE INNOVATIVE TYPE OF PRODUCTION IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE.....	156
<i>I.N. Merenkova, D.N. Pomotilov</i> PROBLEMS OF RESOURCE AND INFRASTRUCTURE SUPPORT OF RURAL AREAS.....	163
<i>L.A. Reshetnyak, N.N. Shulga</i> TAX PLANNING OF P(F)E AND SOLE PROPRIETORS: FEATURES SALES UNDER THE CONDITIONS OF A STA.....	172
<i>E.A. Sarattseva, Yu.A. Kitaev</i> ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC APPROACHES ON THE USE OF LAND RESOURCES OF THE ENTERPRISE WHEN CONDUCTING ORGANIC AGRICULTURE.....	178
<i>J.A. Ulyanova, E.A. Golovaneva, E.A. Bazovkina</i> EXPANDING ANALYTICAL CAPABILITIES IN ANALYSIS FINANCIAL RESULTS ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ORGANIZATIONS.....	181
<b>Guidelines for authors</b> .....	186

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 631.361.022.003.13

*Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.А. Швыдченко*

### ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНЫМ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

**Аннотация.** Производство семенного материала гибридной кукурузы отечественной селекции – важная и актуальная задача сельскохозяйственного комплекса. Российские семена должны обладать высоким генетическим потенциалом урожайности, который полностью реализуется исключительно при отсутствии механических повреждений зародыша, эндосперма и оболочки зерна. Этого можно добиться путём применения контейнерной технологии перемещения и сушки початков на кукурузокалибровочных заводах в совокупности с использованием многоканальных систем щадящего поэтапного обмолота. В такой многоканальной системе поэтапного обмолота целесообразно применение аксиально-роторных молотильно-сепарирующих систем с пневмоадаптивной декой. В рамках данного исследования получены результаты трехфакторного эксперимента, направленного на получение оптимального сочетания факторов подачи, частоты вращения и количества шипов в основной камере обмолота с целью достижения наименьшей энергоёмкости процесса обмолота. Установлено, что в изучаемом молотильно-сепарирующем устройстве минимально возможная энергоёмкость обмолота початков кукурузы с влажностью не более 15 % составляет 0,650 кВтч/т. Данное значение может быть достигнуто при расчётных значениях: подачи – 0,954 кг/с; частоты вращения ротора – 159 мин<sup>-1</sup> и количестве шипов в основной камере обмолота – 130 шт. Графоаналитический анализ поверхностей отклика, полученных в результате экспериментальной реализации плана Бокса-Бенкина, показал, что в практических условиях обмолота початков кукурузы оптимальные значения факторов имеют интервалы, которые составляют: для подачи – 0,88...1,01 кг/с; для частоты вращения ротора – 154...162 мин<sup>-1</sup>; для количества шипов основной камеры обмолота – 126...134 шт. При этом энергоёмкость обмолота составляет 0,650 кВтч/т. Полученные результаты экспериментальных исследований дополняют существующую базу научных знаний о процессе обмолота высушенных початков семенной кукурузы в стационарных условиях и рекомендованы к использованию на практике.

**Ключевые слова:** кукуруза, молотильно-сепарирующее устройство, эксперимент, энергоёмкость.

### OPTIMIZATION OF THE ENERGY INTENSITY OF THE PROCESS OF THRESHING SEED CORN WITH AN AXIAL-ROTARY THRESHING-SEPARATING DEVICE

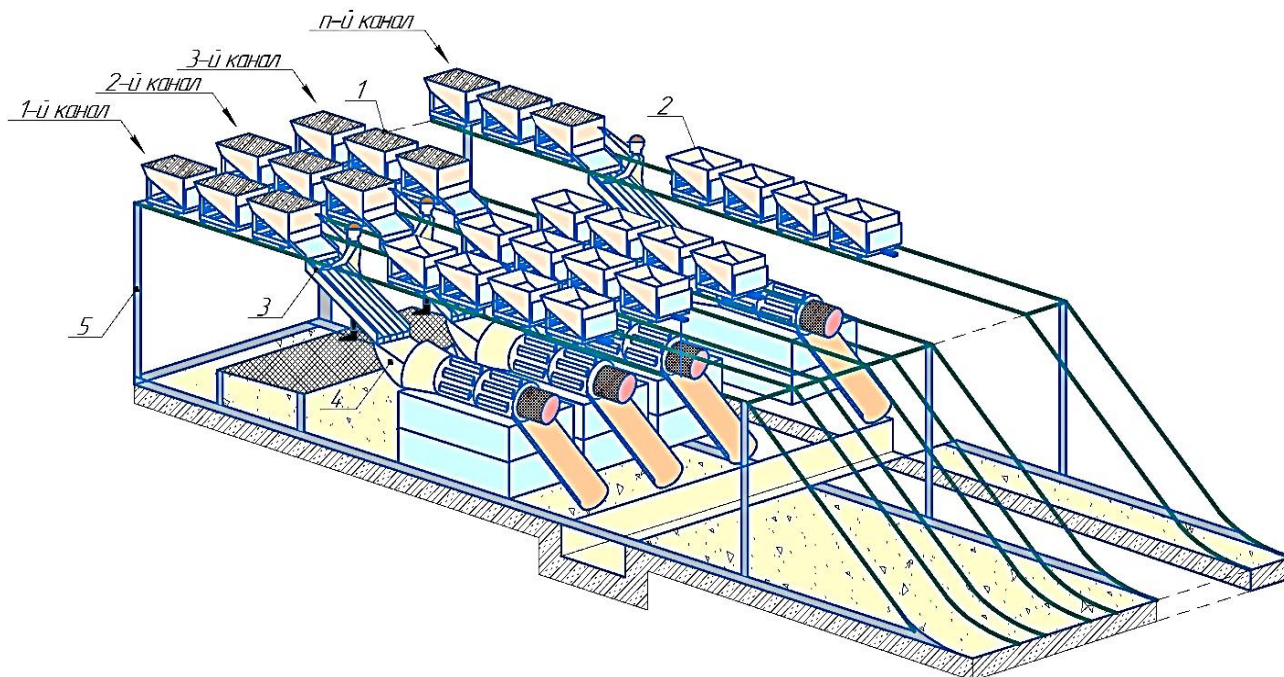
**Abstract.** The production of seed material of hybrid corn of domestic breeding is an important and urgent task of the agricultural complex. Russian seeds should have a high genetic yield potential, which is fully realized only in the absence of mechanical damage to the embryo, endosperm and grain shell. This can be achieved through the use of container technology for moving and drying cobs at corn calibration plants in combination with the use of multi-channel systems of gentle step-by-step threshing. In such a multi-channel system of step-by-step threshing, it is advisable to use axial-rotor threshing-separating systems with a pneumatically adaptive deck. Within the framework of this study, the results of a three-factor experiment were obtained aimed at obtaining the optimal combination of feed factors, rotation frequency and number of pins in the main threshing chamber in order to achieve the lowest energy intensity of the threshing process. It was found that in the studied threshing and separating device, the minimum possible energy consumption of threshing corn cobs with a moisture content of no more than 15 % is 0,650 kWh/t. This value can be achieved with the calculated values: feed – 0,954 kg/s; rotor speed – 159 min<sup>-1</sup> and the number of pins in the main threshing chamber – 130 pieces. Graphoanalytical analysis of the response surfaces obtained as a result of the experimental implementation of the Box-Benkin plan showed that in practical conditions of threshing corn cobs, the optimal values of the factors have intervals that are: for feeding – 0.88...1.01 kg/s; for the rotor speed – 154...162 min<sup>-1</sup>; for the number of pins of the main threshing chamber – 126...134 pieces. At the same time, the energy consumption of threshing is 0,650 kWh/t. The obtained results of experimental studies complement the existing base of scientific knowledge about the process of threshing dried ears of seed corn in stationary conditions and are recommended for use in practice.

**Keyword:** corn, threshing and separating device, experiment, energy consumption.

**Введение.** Производство семенного материала гибридной кукурузы отечественной селекции – важная и актуальная производственная задача. На современном этапе развития сельскохозяйственного производства Российская Федерация является перспективным производителем сортовых семян и гибридов кукурузы для поставки на внутренний и внешний рынки [1].

Для полноценной реализации данной перспективы необходимо развивать производства отечественных механизированных комплексов щадящей обработки семенного материала в условиях кукурузокалибровочных заводов. В результате российские семена будут обладать не только высоким генетическим потенциалом урожайности, но и смогут этот потенциал полностью реализовать в процессе прорастания, поскольку будут лишены макро- и микроповреждений зародыша, эндосперма и оболочки зерна.

Обмолот больших партий початков семенной кукурузы целесообразно осуществлять аксиально-роторными молотильно-сепарирующими устройствами (АРМСУ) с пневмоадаптивной декой, являющимися частью многоканальных систем поэтапного обмолота початков, перемещаемых в защитных контейнерах. (рисунок 1) Данный подход можно реализовать, обеспечив выполнение технологии переработки семенного материала гибридной кукурузы, описанной в источниках [2-4].



1 – заполненный початками контейнер; 2 – разгруженный контейнер; 3 – ориентирующе-дозировочный загрузочный аппарат; 4 – АРМСУ с пневмоадаптивной декой; 5 – платформа

**Рис. 1 – Многоканальная система поэтапного обмолота початков, перемещаемых в защитных вентилируемых контейнерах**

Представленная на рисунке 1 система обмолота позволяет минимизировать количество макро- и микроповреждений зерна. В свою очередь АРМСУ в многоканальных системах обмолота должны работать не только на щадящих зерно режимах, но и обеспечивать минимальную энергоёмкость обмолота. В этом случае технологию производства семенного материала кукурузы можно считать энергоэффективной и ресурсосберегающей.

**Целью исследования** является экспериментальное определение оптимальных значений факторов частоты вращения ротора, подачи початков на обмолот и количества шипов в основной камере обмолота АРМСУ, а также их сочетания, обеспечивающего минимальную энергоёмкость процесса обмолота.

**Объект и методы исследований.** Объектом исследования является процесс обмолота початков семенной кукурузы в АРМСУ. Метод исследования – трёхфакторный эксперимент по плану Бокса-Бенкина.

**Результаты исследований.** В планируемом трёхфакторном эксперименте факторы и их уровни определены серией предшествующих поисковых однофакторных экспериментов (таблица 1). Совокупное множество сопутствующих трёхфакторному эксперименту режимов и параметров было зафиксировано на рациональном уровне, в том числе и влажность обмолачиваемых початков на уровне не более 15 %.

**Таблица 1 – Факторы и уровни трехфакторного эксперимента**

Фактор эксперимента	Код фактора	Границы области опыта	Шаг варьирования фактора	Верхний уровень фактора	Базовый уровень фактора	Нижний уровень фактора
Частота вращения ротора, $n_{рот}, \text{мин}^{-1}$	$X_1$	150 ... 170	10	170	160	150
Подача початков на обмолот, $q_{Э2}^n, \text{кг/с}$	$X_2$	0,9 ... 1,1	0,1	1,1	1,0	0,9
Количество шипов в основной камере обмолота $Z_{осн}^ш, \text{шт}$	$X_3$	124 ... 136	6	136	130	124
Критерий оптимизации (энергоёмкость процесса обмолота) $Y_{opt1} = Y_1 / Y_2, \text{кВтч/т}$	Отклик $Y_1$ – мощность, потребная на обмолот, кВт				$Y_{opt1} \rightarrow \min$	
	Отклик $Y_2$ – производительность МСУ, т/ч					

В результате реализации плана Бокса-Бенкина и на основании методик, описанных в источниках [5-8], получен массив экспериментальных данных, позволивший рассчитать значения коэффициентов регрессии и получить искомый полином, адекватно описывающий изучаемый процесс:

$$Y_{opt1} = 32,59 - 0,21 \cdot n_{pom} + 0,001 \cdot n_{pom}^2 - 2,40 \cdot q_{\text{Э2}}^n + 2,26 \cdot (q_{\text{Э2}}^n)^2 - 0,22 \cdot Z_{ocн}^u + 0,001 \cdot (Z_{ocн}^u)^2 + 0,013 \cdot n_{pom} \cdot q_{\text{Э2}}^n + 0,001 \cdot n_{pom} \cdot Z_{ocн}^u - 0,03 \cdot q_{\text{Э2}}^n \cdot Z_{ocн}^u. \quad (1)$$

Для определения оптимальных значений действующих факторов в эксперименте получены частные производные от уравнения регрессии. В результате была сформирована математическая система (2), решаемая матричным методом:

$$\begin{cases} \frac{dY_{opt1}}{dn_{pom}} = -0,21 + 0,002 \cdot n_{pom} + 0,013 \cdot q_{\text{Э2}}^n + 0,001 \cdot Z_{ocн}^u; \\ \frac{dY_{opt1}}{dq_{\text{Э2}}^n} = -2,40 + 4,52 \cdot q_{\text{Э2}}^n + 0,013 \cdot n_{pom} - 0,03 \cdot Z_{ocн}^u; \\ \frac{dY_{opt1}}{dZ_{ocн}^u} = -0,22 + 0,002 \cdot Z_{ocн}^u + 0,001 \cdot n_{pom} - 0,03 \cdot q_{\text{Э2}}^n. \end{cases} \quad (2)$$

$$\Delta_1 = \left| \begin{matrix} 0,002 & 0,013 & 0,001 \\ 0,013 & 4,52 & -0,030 \\ 0,001 & -0,030 & 0,002 \end{matrix} \right| = 5,23 \cdot 10^{-6}. \quad (3)$$

$$\Delta X_1 = \left| \begin{matrix} -0,21 & 0,013 & 0,001 \\ -2,40 & 4,52 & -0,030 \\ -0,22 & -0,030 & 0,002 \end{matrix} \right| = -8,32 \cdot 10^{-4}. \quad (4)$$

$$\Delta X_2 = \left| \begin{matrix} -0,21 & 0,002 & 0,001 \\ -2,40 & 0,013 & -0,030 \\ -0,22 & 0,001 & 0,002 \end{matrix} \right| = 4,99 \cdot 10^{-6}. \quad (5)$$

$$\Delta X_3 = \left| \begin{matrix} -0,21 & 0,002 & 0,013 \\ -2,40 & 0,013 & 4,52 \\ -0,22 & 0,001 & -0,03 \end{matrix} \right| = -6,81 \cdot 10^{-4}. \quad (6)$$

На основании решения матриц получены расчётные оптимальные значения факторов:

$$X_1 = \Delta X_1 / \Delta_1 = n_{pom} = \left| -8,32 \cdot 10^{-4} / 5,23 \cdot 10^{-6} \right| = 159 \text{ мин}^{-1}. \quad (7)$$

$$X_2 = \Delta X_2 / \Delta_1 = q_{\text{Э2}}^n = \left| 4,99 \cdot 10^{-6} / 5,23 \cdot 10^{-6} \right| = 0,954 \text{ кг/с}. \quad (8)$$

$$X_3 = \Delta X_3 / \Delta_1 = Z_{ocн}^u = \left| -6,81 \cdot 10^{-4} / 5,23 \cdot 10^{-6} \right| = 130 \text{ штук}. \quad (9)$$

В результате рассчитан искомый экстремум функции отклика (критерия оптимизации):

$$Y_{opt1} = 32,59 - 0,21 \cdot 159 + 0,001 \cdot 159^2 - 2,40 \cdot 0,954 + 2,26 \cdot 0,954^2 - 0,22 \cdot 130 + 0,001 \cdot 130^2 + 0,013 \cdot 159 \cdot 0,954 + 0,001 \cdot 159 \cdot 130 - 0,030 \cdot 0,954 \cdot 130 = 0,65 \text{ кВтч/т}.$$

Решение полинома даёт дискретное значение функции отклика [9]. Однако ряд наблюдений в процессе практической реализации эксперимента показывает, что область оптимума действующих факторов характеризуется не точечным значением, а вполне определенным интервалом. Найти этот интервал можно посредством графоаналитического анализа экспериментальных данных [10].

В соответствии с логикой проведения многофакторного эксперимента и на основании полученных данных, при помощи программы Statistica были построены трёхмерные поверхности отклика и их двумерные сечения (рисунок 2).

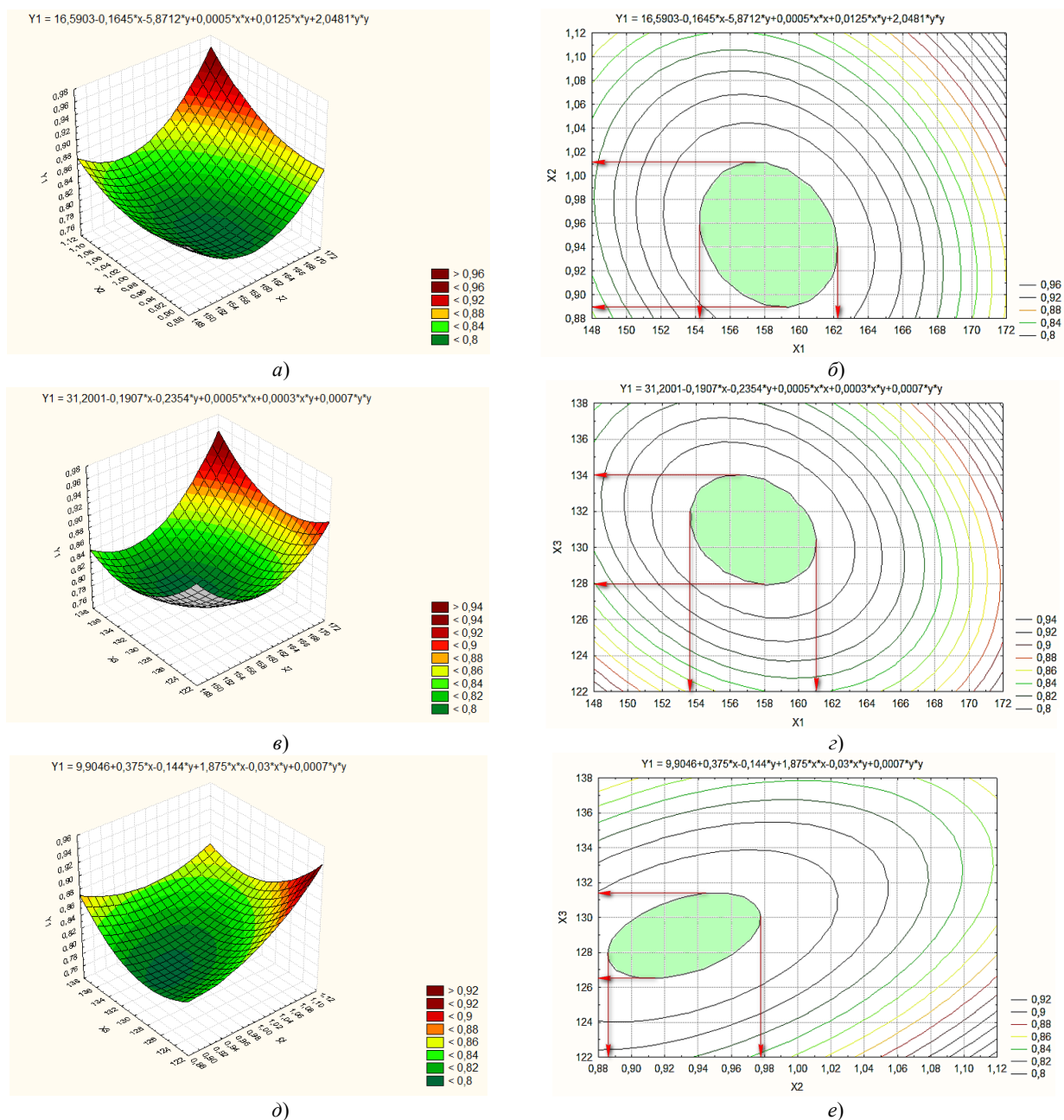
Трёхмерные поверхности позволили наглядно показать область искомого экстремума и получить ряд вспомогательных полиномов, а двумерные сечения обеспечили чёткое определение интервалов оптимальных значений действующих факторов. В результате графоаналитического анализа получены итоговые значения оптимальных интервалов действующих факторов, что характеризует достижение поставленной цели исследований. Результаты графоаналитического анализа представлены в виде таблицы 2.



Таблица 2 – Результаты графоаналитического анализа

Код фактора	Наименование фактора	Единица измерений	Сочетание факторов	Интервал значений
X1	Частота вращения ротора	мин <sup>-1</sup>	X1X2	X1 = 154...162 X2 = 0,89...1,01
X2	Подача початков на обмолот	кг/с	X1X3	X1 = 154...161 X3 = 128...134
X3	Количество шипов в основной камере обмолота	штук	X2X3	X2 = 0,88...0,98 X3 = 126...132

Оптимальные значения факторов, определённые выражениями (7), (8), (9), находятся в центре поверхности отклика и являются экстремумами функций. Данные оптимальные значения факторов можно варьировать, осуществляя точную настройку режимов работы АРМСУ без искажения показателей оптимальной эффективности. Это необходимо при обмолоте кукурузы различных подвидов: зубовидная, кремнистая, кремнисто-зубовидная, сахарная, лопающаяся, восковидная, крахмалистая, крахмалисто-сахарная [11].



а, в, д – трёхмерные поверхности функции отклика при фиксированном  $X_3$ ,  $X_2$ ,  $X_1$ , соответственно;  
б, г, е – двумерные сечения поверхностей функции отклика при фиксированном  $X_3$ ,  $X_2$ ,  $X_1$ , соответственно

Рис. 2 – Графоаналитический анализ результатов трёхфакторного эксперимента

Интервалы варьирования оптимальных значений факторов для точной настройки АР МСУ на режимы обмолота початков кукурузы различных ботанических подвидов представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Интервалы варьирования оптимальных значений факторов для точной настройки предложенного комплекта оборудования на оптимальные режимы работы**

Наименование	Условное обозначение	Единица измерения	Оптимальный интервал
Частота вращения ротора	$n_{рот}$	мин <sup>-1</sup>	154...162
Подача початков на обмолот	$q_{Э2}^n$	кг/с	0,88...1,01
Количество шипов в основной камере обмолота	$Z_{осн}^{ш}$	штук	126...134

В итоге можно заключить, что экспериментально определённые интервалы оптимальных значений факторов частоты вращения ротора, подачи початков на обмолот и количества шипов в основной камере обмолота АРМСУ, обеспечивают минимальную энергоёмкость процесса обмолота и позволяют осуществлять настройку молотильного оборудования на эффективную работу с початками кукурузы различных ботанических подвидов.

**Выводы.** Обобщая вышеприведенные данные, можно сделать следующие выводы.

1. На энергоёмкость процесса обмолота семенной кукурузы посредством АРМСУ существенное влияние оказывают факторы подачи початков на обмолот, частоты вращения ротора и количества шипов в основной камере обмолота. При этом выделяются следующие интервалы варьирования оптимальных значений факторов:

- частота вращения ротора 154...162 мин<sup>-1</sup>;
- подача початков на обмолот 0,88...1,01 кг/с;
- количество шипов в основной камере обмолота 126...134 шт.

2. Оптимальное сочетание вышеприведенных факторов позволяет добиться минимального значения энергоёмкости процесса обмолота на уровне 0,65 кВтч/т.

3. Полученные интервальные значения факторов позволяют осуществлять настройку АРМСУ на эффективную работу с початками кукурузы различных подвидов.

4. Данные результаты целесообразно использовать при внедрении в производственный процесс кукурузокалибровочных заводов многоканальных систем поэтапного обмолота початков, перемещаемых в защитных контейнерах, поскольку данные системы предполагают эффективное применение АРМСУ.

#### Библиография

1. Курасов В.С., Кучеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2013. 151 с.
2. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Анализ ресурсосбережения в технологии послеуборочной обработки семенной кукурузы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). С. 72–81.
3. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Элементы перспективной механизированной технологии переработки початков семенной кукурузы // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции, п. Правдинский Московской области, 08–10 июня 2020 года. Российский НИИ информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. С. 455–462.
4. Бахарев Д.Н. Обоснование перспективной контейнерной технологии поточной обработки початков семенной кукурузы при стационарной механизации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 62–73.
5. Каледина Н.Б., Медяк Д.М. Влияние параметров печатного процесса на липкость краски // Труды БГТУ. № 9. Издательское дело и полиграфия. 2011. № 9 (147). С. 23–27.
6. Петунина И.А. Обмолот початков кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2006. 200 с.
7. Петунина И.А. Очистка початков кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2005. 248 с.
8. Жалнин Э.В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России: монография. М. : Полиграф сервис, 2012. 368 с.
9. Габачиев Д.Т., Хажметов Л.М., Шекичаева Л.З. Оптимизация параметров и режимов работы измельчителя кормов // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 04–05 февраля 2021 года. Том I. Нальчик : ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 2021. С. 51–57.
10. Жалнин Э.В. Аксиоматизация земледельческой механики: монография. Москва : Институт технического обеспечения сельского хозяйства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 2019. 268 с.
11. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г. Бионические основы конструирования молотильно-сепарирующих систем для початков кукурузы: монография. п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. 168 с.

#### References

1. Kurasov V.S., Kuceev V.V., Samurganov E.E. Mekhanizaciya rabot v selekcii, sortoispytanii i pervichnom semenovodstve kukuruzy [Mechanization of work in selection, variety testing and primary seed production of maize]: monografiya. Krasnodar : KubGAU, 2013. 151 s.
2. Pastukhov A.G., Baharev D.N. Analiz resursosberezheniya v texnologii posleuborochnoj obrabotki semennoj kukuruzy [Analysis of resource saving in the technology of post-harvest processing of seed corn] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2022. № 3 (35). S. 72–81.
3. Pastukhov A.G., Baharev D.N. Elementy perspektivnoj mexanizirovannoj texnologii pererabotki pochatkov semennoj kukuruzy [Elements of a promising mechanized technology for processing ears of seed corn] // Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK: Materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj internet-konferencii, p. Pravdinskij Mos-

kovskoj oblasti, 08–10 iyunya 2020 goda. Rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut informacii i texniko-e'konomicheskix issledovanij po inzhenerno-texnicheskomu obespecheniyu agropromy'shennogo kompleksa, 2020. S. 455–462.

4. Baharev D.N. Obosnovanie perspektivnoj kontejnernoj tehnologii potochnoj obrabotki pochatkov semennoj kukuruzy` pri stacionarnoj mexanizacii [Substantiation of a promising container technology for in-line processing of corn cobs with stationary mechanization] // Innovacii v APK: problemy` i perspektivy`. 2021. № 1 (29). S. 62–73.

5. Kaledina N.B., Medyak D.M. Vliyanie parametrov pechatnogo processa na lipkost kraski [The influence of the printing process parameters on the stickiness of the ink] // Trudy` BGTU. № 9. Izdatel'skoe delo i poligrafiya. 2011. № 9 (147). S. 23–27.

6. Petunina I.A. Obmolot pochatkov kukuruzy [Threshed corn cobs]: monografiya. Krasnodar : KubGAU, 2006. 200 s.

7. Petunina I.A. Ochistka pochatkov kukuruzy [Cleaning of corn on the cob]: monografiya. Krasnodar : KubGAU, 2005. 248 s.

8. Zhalnin E.V. Metodologicheskie aspekty mekhanizacii proizvodstva zerna v Rossii: monografiya [Methodological aspects of mechanization of grain production in Russia]. M. : Poligraf servis, 2012. 368 s.

9. Gabachiev D.T., Xazhmetov L.M., Shekixacheva L.Z. Optimizaciya parametrov i rezhimov raboty izmelchatelya kormov [Optimization of feed shredder parameters and operating modes] // Aktualnye problemy agrarnoj nauki: prikladnye i issledovatel'skie aspekty: Sbornik nauchny'x trudov Vserossijskoj (nacionalnoj) nauchno-prakticheskoj konferencii, Nalchik, 04–05 fevralya 2021 goda. Tom I. Nalchik : Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.M. Kokova», 2021. S. 51–57.

10. Zhalnin E.V. Aksiomatizaciya zemledelcheskoj mexaniki [Axiomatization of agricultural mechanics]: monografiya. Moskva : Institut texnicheskogo obespecheniya selskogo xozyajstva - filial Federalnogo gosudarstvennogo byudzhethogo nauchnogo uchrezhdeniya «Federalnyj nauchnyj agroinzhenernyj centr VIM», 2019. 268 s.

11. Baharev D.N., Volvak S.F., Pastukhov A.G. Bionicheskie osnovy konstruirovaniya molotil'no-separiruyushchih sistem dlya pochatkov kukuruzy: monografiya [Bionic basis for the design of threshing and separating systems for corn cobs]. Majsikij : FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2018. 168 p.

#### Сведения об авторах

Бахарев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 (4722) 39-12-33, e-mail: baharevdn\_82@mail.ru.

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-23-90, e-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru.

Швыдченко Сергей Анатольевич, заведующий отделением железных дорог, СПб ГБПОУ «Колледж метрополитена», ул. Купчинская, д. 28, литера А, г. Санкт-Петербург, Россия, 192283, тел. +7 (812) 2419-28-85, e-mail: schvidtschenko@mail.ru.

#### Information about authors

Bakharev Dmitriy Nikolayevich, doctor of technical sciences, docent of the department of technical mechanics and machine design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 (4722) 39-12-33, e-mail: baharevdn\_82@mail.ru.

Pastukhov Alexander Gennadievich, doctor of technical sciences, professor of the department of technical mechanics and machine design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7(4722) 39-23-90, e-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru.

Shvydchenko Sergey Anatolyevich, head of the department of railways, St. Petersburg Federal State Budgetary Professional Educational Institution «College of Metro and Rail Transport», Kupchinskaya str. 28, letter A, St. Petersburg, Russia, 192283. tel. +7 (812) 2419-28-85, e-mail: schvidtschenko@mail.ru.

УДК 637.116

*В.И. Борозенцев, А.В. Бекетов*

## К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКА ПОТОКА МОЛОКА ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ

**Аннотация.** Обосновывается актуальность разработки и применения для доения коров на линейных доильных установках, при их привязной технологии содержания, переносных манипуляторов доения. Известно, что на продуктивность животных и заболеваемость вымени их маститом влияют различные факторы, в том числе и применяемое доильное оборудование. Поэтому применение устройств для доения, обеспечивающих выполнение заключительных операций машинного доения без участия человека, позволят исключить субъективную оценку оператора доения на предмет нарушения процесса доения и выдоенности животного, что зачастую наблюдается даже у опытных операторов машинного доения в силу различных причин. В статье автор указывает на то, что разработка технических средств доения требует тщательного изучения, как морфологических, так и функциональных свойств вымени коров. Кроме того, обоснована необходимость в алгоритм управления процессом доения ввести режим машинного додаивания, которое не только исключает преждевременное снятие доильных стаканов с вымени животных, но и формирует правильный стереотип доения у животных, способствующий увеличению не только их продуктивности, но и сроков лактации. Предложена конструкция переносного манипулятора с датчиком потока молока, обеспечивающего управления процессом доения, в соответствии с предложенным алгоритмом доения, с обоснованием его основных конструктивно-режимных параметров.

**Ключевые слова:** доение, корова, датчик потока молока, манипулятор, механизм додаивания, доильный стакан, молокоотдача, сосок вымени.

## ON THE JUSTIFICATION OF THE DESIGN PARAMETERS OF THE SENSOR MILK FLOW PORTABLE COW MILKING MANIPULATOR

**Abstract:** the article substantiates the relevance of the development and use of portable milking manipulators for milking cows on linear milking machines, with their tethered housing technology. It is known that the productivity of animals and the incidence of udder mastitis are influenced by various factors, including the milking equipment used. Therefore, the use of milking devices that ensure the completion of the final operations of machine milking without human intervention will eliminate the subjective assessment of the milking operator regarding the violation of the milking process and milking of the animal, which is often observed even among experienced machine milking operators, due to various reasons. In the article, the author points out that the development of technical means of milking requires a thorough study of both the morphological and functional properties of the udder of cows. In addition, it is necessary to introduce a machine milking mode into the milking process control algorithm, which not only eliminates the premature removal of milking cups from the animals' udders, but also forms the correct stereotype of milking in animals, which helps to increase not only their productivity, but also the duration of lactation. The design of a portable manipulator is proposed, with a milk flow sensor that provides control of the milking process, in accordance with the proposed milking algorithm, with justification for its main design and operational parameters.

**Keywords:** milking, cow, milk flow sensor, manipulator, milking mechanism, milking cup, milk flow, udder teat.

Уникальность машинного доения животных, от других механизированных технологических процессов в животноводстве, заключается в том, что исполнительный элемент – доильный стакан, непосредственно воздействует на организм животного. И это непродолжительное воздействие влияет на продуктивность животных, заболеваемость вымени маститом, продолжительность лактации и др., так как зачастую применяемое доильное оборудование не обеспечивает оптимальные условия для формирования у коров максимального продуцирования молока [1]. Для этого применяемое доильное оборудование должно обеспечивать различные режимы воздействия на молочную железу животных, то есть иметь исполнительный механизм управления, своевременно реагирующий на изменение молокоотдачи как по отдельным долям вымени, так и по вымени в целом [2].

В своих трудах И.К. Винников отмечает, что применяемые в настоящее время доильные аппараты, как правило, не изменяют параметров доения и тем самым оказывают неадекватное воздействие на молочную железу животных, приводящее к травмам сосков и внутренних частей молочной железы, а также к снижению молочной продуктивности и сокращению длительности лактации [3].

Исследованиями установлено, что многолетний опыт применения пневмоавтоматики с датчиками потока молока, управляющими процессом доения на автоматизированных доильных установках типа «елочка», «карусель» и др., подтверждает целесообразность их использования [4].

Многие авторы на основании проведенных исследований, в своих трудах утверждают, что развитие доильного оборудования в настоящее время идет по двум направлениям, заключающимся в следующем: совершенствование подвесной части доильного оборудования, которое обеспечивает изменение режимов доения в зависимости от интенсивности потока молока как по отдельным долям вымени, так и по вымени в целом; использование в конструкции доильных аппаратов дополнительных элементов, обеспечивающих стимулирующее и додаивающее воздействие на вымя животных [5].

Большинство иностранных фирм производителей доильного оборудования, по данным Ганеева А.А., в области совершенствования технических средств машинного доения коров, которые направлены на стабилизацию вакуумного режима доения, контроля и автоматического выполнения заключительных операций машинного доения, а так же в поиске оптимальных конструкций манипуляторов доения [6].

Некоторые авторы склоняются в сторону необходимости почетвертного контроля и управления доением, утверждая, что тем самым обеспечивается адаптивное управление процессом доения, оказывающее безвредное воздействие на молочную железу животных и тем самым способствует наиболее полной реализации потенциальных возможностей животных [7, 8, 9].

По данным Ю.Ф. Лачуги, полученным на основе многочисленных исследований, установлено, что повышение молочной продуктивности коров и длительность их хозяйственного использования может быть достигнуто автоматизацией

управления процессом доения, при которой обеспечивается: поддержание требуемого вакуумного режима, шадящее доение; машинное додаивание и завершение процесса доения [10].

Также в своих трудах Р.Р. Лукманов и др. указывают, что одним из перспективных направлений достижения соответствия доильного оборудования особенностям морфологических и функциональных свойств вымени животных может быть применение датчика потока молока для управления процессом доения, отвечающего физиологическим особенностям животных и зоотехническим требованиям, предъявляемым к машинному доению животных [11].

В своих публикациях И.К. Винников указывает, что доение коров в доильных залах на автоматизированных доильных установках не имеет существенного преимущества перед привязной технологией содержания с доением коров на линейных доильных установках. Но утверждает о необходимости модернизации доильного оборудования, заключающейся в применении автоматизированного управления режимом доения, для всех типов доильных установок и отмечает, что перспективным направлением является роботизация процесса доения [12, 13].

Н.М. Морозов отмечает, что на сегодняшний день значительная часть коров находится на привязной технологии содержания, доящихся на линейных доильных установках типа «молокопровод» переносными доильными аппаратами. Поэтому при сложившихся условиях перспективным направлением, как утверждает автор, является автоматизация и роботизация процесса доения коров, что, несомненно, позволит значительно снизить затраты ручного труда и заболеваемость вымени коров маститом, так как исключает субъективную оценку оператора машинного доения протекания процесса доения, то есть своевременности проведения машинного додаивания и снятия доильного аппарата с вымени животного [14].

Для устранения вышеперечисленных недостатков ученые проводят исследования по изучению морфологических и функциональных свойств вымени коров в целом и каждой доли вымени в отдельности. Так как полученные результаты исследований позволяют создавать доильное оборудование, наиболее полно соответствующее физиологии животных [15].

Некоторые зарубежные производители доильного оборудования, производящие линейные доильные установки типа «молокопровод» для доения коров при привязной технологии содержания животных, комплектуют их переносными манипуляторами (автоматами) доения или передвижными по монорельсу, располагающемуся над стойлами животных. Однако применяемые на них манипуляторы доения выполняют лишь отключение снятия доильных стаканов с вымени животных, не проводя режим машинного додаивания. Обосновывая исключение из алгоритма управления доения тем, что режим - машинное додаивание формирует у животных изначально неправильный стереотип доения и, кроме того, усложняет конструкции манипуляторов доения. Кроме того, утверждают, что пригодность коров к доению на автоматизированных доильных установках, постоянство вакуумного режима под соском, качественная сосковая резина, способствуют быстрому и полному извлечению молока из цистерн вымени без машинного додаивания [16].

Некоторые исследователи в своих трудах также утверждают, что при выполнении машинного додаивания нагрузка на соски вымени непредсказуема, вследствие различной формы вымени, то есть расположение сосков различное по высоте, и при их отягивании у животных вызывают болевые ощущения, тормозящие рефлекс молокоотдачи.

Однако ряд исследователей утверждают, что введение в алгоритм управления режима машинного додаивания необходимо, так как при окончании доения давление в цистернах вымени снижается и доильный стакан, наполняя на сосок, смыкает ткани у его основания и цистерна вымени не сообщается с цистерной соска, что приводит к преждевременному окончанию процесса доения вследствие преждевременного снятия доильных стаканов с сосков вымени автоматом доения и недоюю животных. Кроме этого, указывают на необходимость не только машинного доения, но и его выполнения по каждой доле вымени в отдельности [17,18, 19, 20].

Следует заметить, что автоматизация заключительных операций машинного доения на линейных доильных установках типа «молокопровод» применением переносных манипуляторов позволяет оператору машинного доения правильно выполнять преддоильные операции по подготовке вымени к доению, способствующих возбуждению полноценного рефлекса молокоотдачи, что влияет на быстроту и полноту выдаивания животных.

Нельзя не заметить, что применение переносных манипуляторов на линейных доильных установках позволяют не только снизить долю ручного труда, но и снизить травмоопасность, так как известно, что доение животных является наиболее травмоопасным, по сравнению с другими технологическими операциями в животноводстве.

Таким образом, вышеприведенный анализ свидетельствует, что большинство исследователей в своих трудах указывают на необходимость введения в алгоритм управления доения режима - машинное додаивание. Объясняя это рядом субъективных и объективных причин, связанных: с нарушением технологии доения; непригодностью по морфофункциональным признакам к доению на автоматизированных доильных установках – неравномерностью развития долей вымени, а также разной продолжительностью их доения; нестабильностью вакуума под соском и др.

Для автоматизации управления процессом доения, то есть своевременности включения различных режимов - заключительных операций машинного доения, в зависимости от интенсивности потока молока, выполняет датчик потока молока, который формирует исходную информацию с целью выработки управляющего сигнала к исполняющим механизмам различного назначения.

Для обоснования конструкции датчика молока проведен поиск известных технических решений в области, применяемых для автоматизации заключительных операций машинного доения коров. На основании анализа была разработана классификация датчиков потока молока, представленная на рисунке 1.

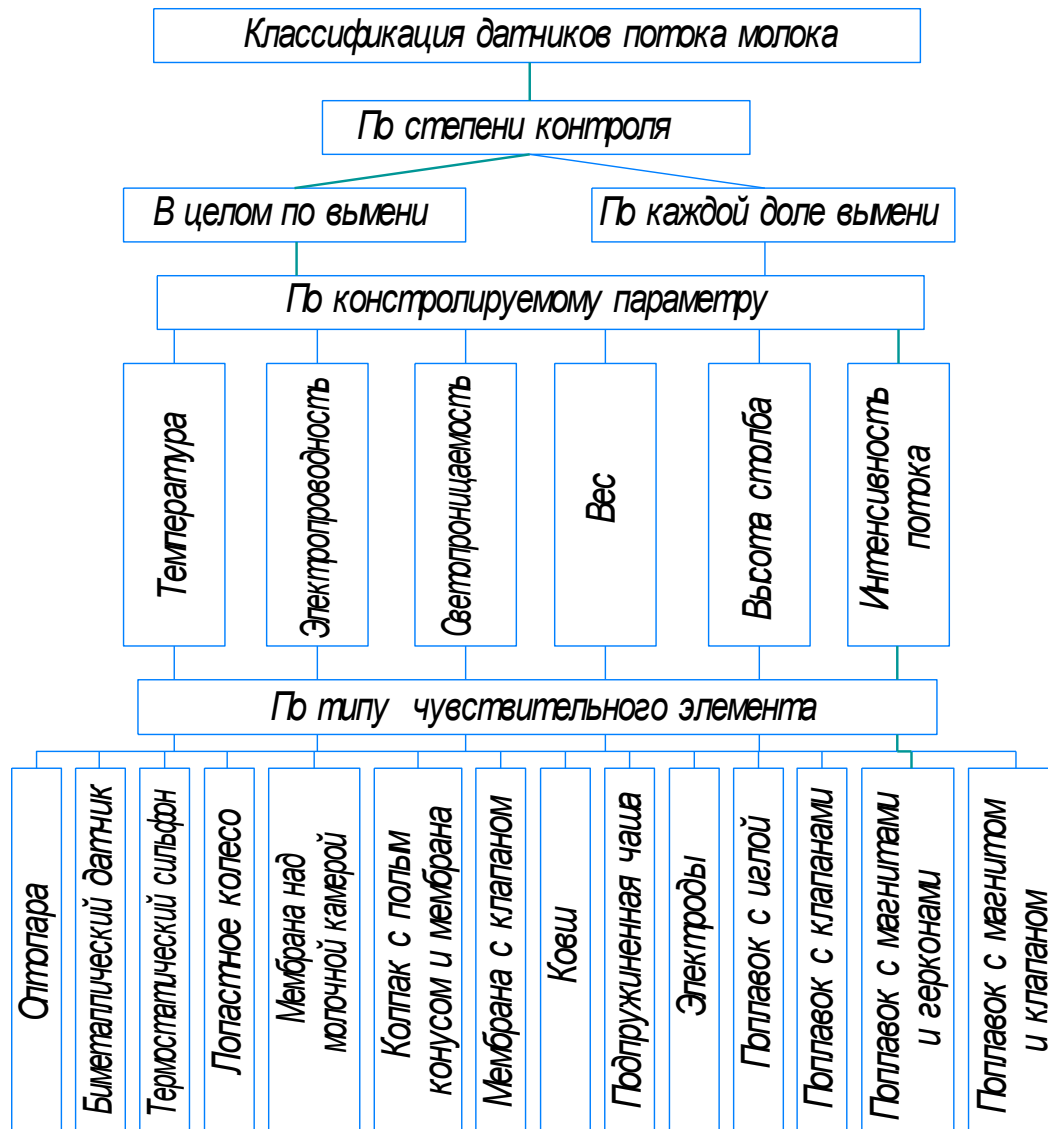
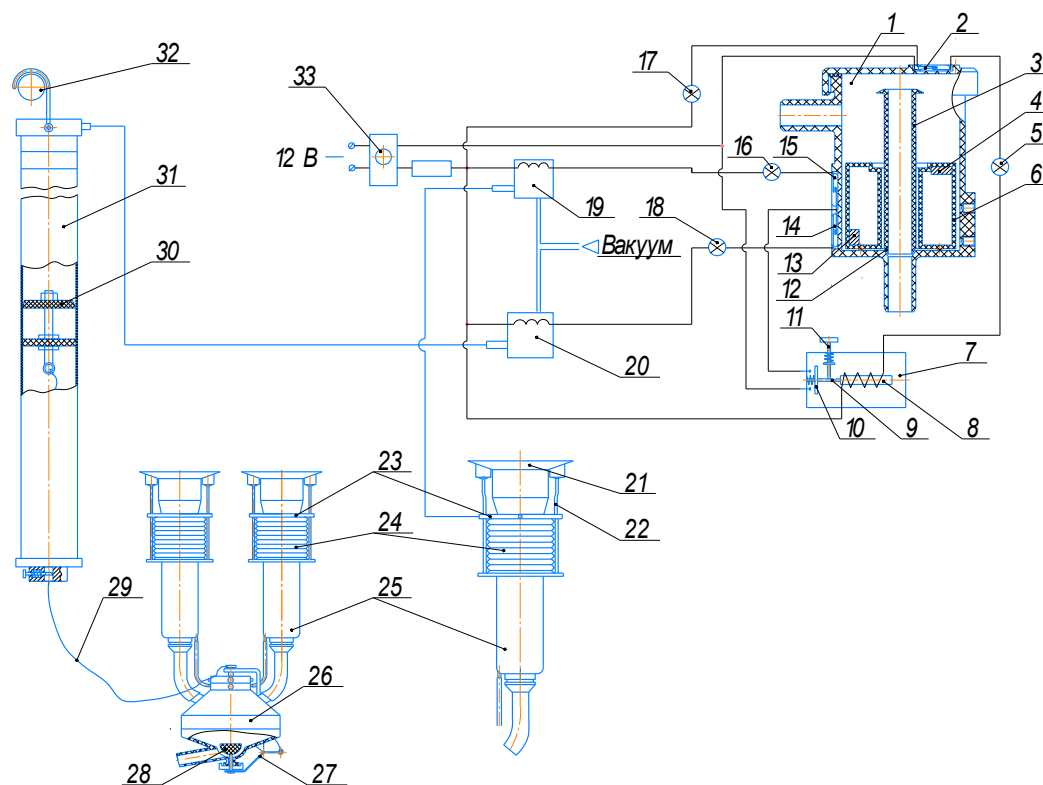


Рис. 1 – Классификация датчиков потока молока

Из классификации следует, что в конструкцию различных датчиков заложены чувствительные элементы, которые реагируют на изменение различных факторов: уровень молока в молочной камере датчика; светопроницаемости потока молока; интенсивность потока молока; веса в накопительной ёмкости; температура молока и др.

На основании вышеизложенного предлагается переносной манипулятор доения коров, при их привязной технологии содержания, для линейной доильной установки типа «молокопровод», алгоритм управления которого обеспечивает автоматизацию заключительных операций машинного доения, а именно машинное додаивание, отключение и снятие доильных стаканов с вымени животных в соответствии с интенсивностью молокоотдачи по вымени в целом. Для управления процессом доения разработан датчик потока молока поплавкового типа.

Предлагаемый переносной манипулятор доения коров содержит пневмоцилиндр 31, поршень 30, который тросом 29 соединен с коллектором 26 и далее с двуплечим рычагом 27, соединенным с клапаном 28 (рисунок 2).



1 – датчик потока молока; 2, 14, 15 – геркон; 3 – патрубок; 4, 13 – магнит; 5, 16, 17, 18 – светодиод; 6 – поплавок; 7 – электроклапан; 8 – соленоид; 9 – толкатель; 10 – шайба; 11 – шток; 12 – калиброванное отверстие; 19, 20 – пневмоэлектроклапан; 21 – упор; 22 – штанга; 23 – механизм додаивания; 24 – сильфон; 25 – доильный стакан; 26 – коллектор; 27 – двулучий рычаг; 28 – клапан; 29 – шнур; 30 – поршень; 31 – пневмоцилиндр; 32 – стойка; 33 – кнопка

**Рис. 2 – Схема управления процессом доения**

Каждый доильный стакан 25 содержит механизм додаивания 23, исполнительный элемент которого выполнен в виде сильфона 24, соединенного штангами 22 с упором 21, который взаимодействует с околососковым пространством доли вымени.

Датчик потока молока 1 содержит поплавок 6, с расположенным внутри него патрубком 3, который с дном корпуса датчика образует калиброванное отверстие 12. В нижней части поплавка 6 содержится магнит 13, а в верхней магнит 4. В крышке датчика потока молока 1 расположен геркон 2 (тип КЭМ-3), электрически соединенный с электроклапаном 7, а его корпус в нижней части содержит два геркона 14 и 15 (тип КЭМ-2), расположенные на разной высоте и электрически соединены соответственно с пневмоэлектроклапанами 19 и 20, которые соединены с одной стороны с источником вакуума, а с другой – вакумшлангами соответственно с механизмом додаивания 23 каждого доильного стакана 25 и пневмоцилиндром 31.

При включении различных режимов управления процессом доения загораются соответствующие светодиоды 5, 16, 17 и 18, тем самым информируя оператора машинного доения о текущем режиме доения животного.

Принцип работы заключается в следующем. Оператор машинного доения устанавливает пневмоцилиндр 31 посредством скобы на стойку 31, расположенную между двумя стоящими коровами в стойле, подсоединяет датчик потока молока 1 к молоко- и вакуумпроводу, проводит операции по подготовке вымени коровы к доению, устанавливает доильные стаканы 25 на соски вымени и начинается процесс доения. За ручку оттягивает подпружиненный шток 11 электроклапана 7, при этом шайба 10 с соленоидом 9 перемещается под действием пружины вправо, размыкая контакты, то есть в начальный момент доения электрическая энергия не поступает к герконам 14 и 15. Нажимает кнопку 33 включения источника питания, при этом загорается зеленый светодиод 17.

При поступлении молока в датчик потока молока 1, его эвакуация происходит через калиброванное отверстие 12. При увеличении интенсивности потока молока свыше 200 мл/мин. происходит заполнение датчика 1, поплавок 6 всплывает и за буртик поднимает патрубок 3, увеличивая при этом калиброванное отверстие 12. При верхнем положении поплавка 6 его магнит 4 своим магнитным полем воздействует на переключающийся геркон 2, и электрическая энергия поступает к электроклапану 7, загорается голубой светодиод 5, который информирует оператора доения, что датчик потока молока 1 перешел в режим «контроля». При этом электрическая энергия поступает в обмотку электроклапана 7 и соленоид 8 под действием магнитного поля перемещается влево с толкателем 9 и шайбой 10, которая замыкает контакты, и электрическая энергия поступает к герконам 14 и 15. При этом подпружиненный шток 11 входит в проточку толкателя 9 и тем самым фиксирует шайбу 10 в положении замкнутом состоянии контактов.

При окончании доения интенсивность потока молока снижается, поплавок 6 с патрубком 3 начинает опускаться вниз и патрубок 3 образует калиброванное отверстие 12, через которое происходит истечение молока.

При снижении интенсивности потока молока до 600 мл/мин. поплавок 6 занимает такое положение, при котором магнит 13 находится на уровне геркона 15 и под действием его магнитного поля контакты геркона 15 замыкают электрическую цепь. Напряжение поступает к пневмоэлектроклапану 19, который открывает доступ вакуума в механизм додаивания 23 каждого доильного стакана 25. При поступлении вакуума сильфоны 24 сжимаются и через тяги 22 воздействуют на упоры 21, которые взаимодействуют с околососковым пространством вымени и происходит оттягивание доильных стаканов 25 с усилием 7 Н, в соответствии с зоотехническими требованиями, то есть выполняется машинный додой каждой доли выме-

ни индивидуально. При этом загорается оранжевый светодиод 16, информирующий оператора машинного доения о включении режима машинного дооя. Если при этом интенсивность молокоотдачи возрастает, то поплавков 6 всплывает и додой прекращается. При повторном снижении интенсивности молокоотдачи вновь включается режим машинного доаивания, то есть осуществляется «следящий» режим машинного доаивания.

При снижении интенсивности молокоотдачи до 200 мл/мин. поплавок 6 занимает нижнее положение и магнит 13 оказывается на уровне геркона 14, вследствие воздействия магнитного поля, геркон 14 срабатывает, замыкает электрическую цепь и напряжение поступает к пневмоэлектроклапану 20 и к красному светодиоду 18, который загорается и информирует оператора о начале снятия доильного аппарата с вымени животного. При поступлении электроэнергии к пневмоэлектроклапану 20 он срабатывает и открывает поступление вакуума в пневмоцилиндр 31. В результате этого поршень 30 начинает перемещаться вверх, натягивая шнур 29, который воздействует на двуплечий рычаг 27. При проворачивании рычага 27 происходит перемещение клапана 28 вниз и закрытие доступа вакуума в коллектор 26, а следовательно, и в подсосковые камеры доильных стаканов 25. При дальнейшем перемещении поршня 30 в пневмоцилиндре 31 происходит снятие доильных стаканов 23 с сосков вымени, с последующей фиксацией их в исходное положение. Затем оператор производит доение рядом стоящего животного.

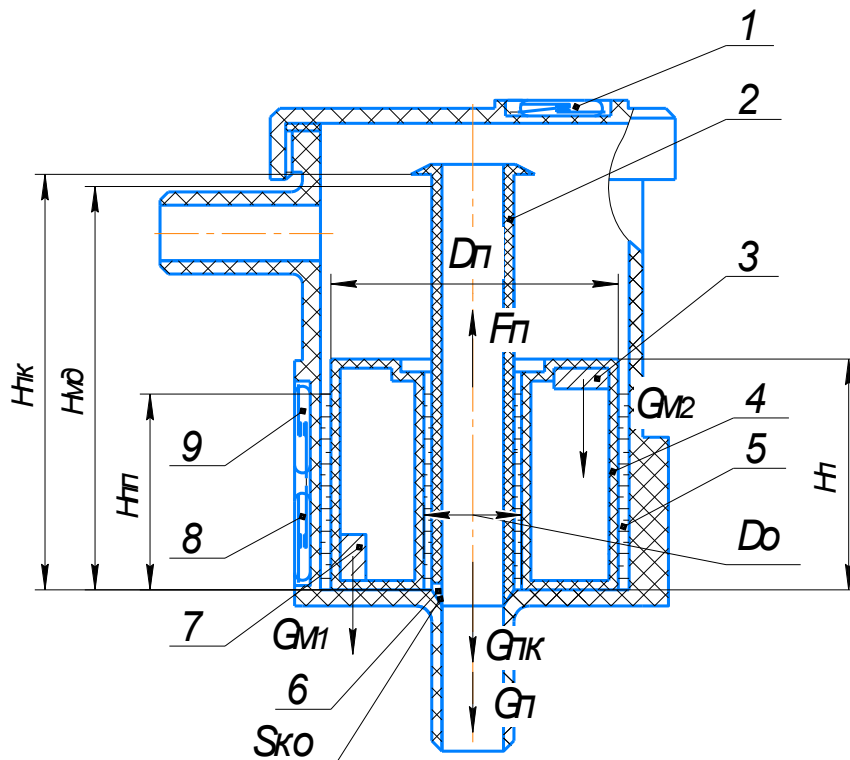
Управление процессом доения, а именно включение режима доаивания – при интенсивности молокоотдачи по вымени в целом – 600 мл/мин., отключение и снятие доильных стаканов с сосков вымени при интенсивности 200 мл/мин., осуществляется датчиком потока молока вследствие перемещения поплавка с магнитами в зависимости от уровня молока в его молочной камере. При перемещении поплавка его магниты воздействуют на герконы цепи управления доением, расположенные на разной высоте.

Для обеспечения работоспособности датчика потока молока необходимо выполнить расчет объема поплавка, обеспечивающий необходимую его выталкивающую силу, на основании сил противодействующих его подъему и площадь калиброванного отверстия, обеспечивающее требуемую пропускную способность, при включении заданных режимов доения.

При поступлении молока в молочную камеру 5 согласно закону Архимеда на поплавок 4 действует подъемная сила  $F_{\Pi}$ , значение которой зависит от величины погружения поплавка в молоко и площади его поперечного сечения (рисунок 3):

$$F_{\Pi} = \gamma \cdot H_{\text{пг}} \cdot S_n, \tag{1}$$

где  $\gamma$  – удельный вес молока, Н/м<sup>3</sup>;  $H_{\text{пг}}$  – глубина погружения поплавка, м;  $S_n$  – площадь поперечного сечения поплавка, м<sup>2</sup>.



1, 8, 9 – геркон; 2 – патрубок; 3, 7 – магнит; 4 – поплавок; 5 – молочная камера; 6 – калиброванное отверстие

Рис. 3 – Датчик потока молока

Так как по конструктивным особенностям поплавок содержит отверстие, внутри которого расположен подвижный патрубок 2, то площадь поперечного сечения поплавка, можно представить в виде:

$$S_n = \frac{\pi}{4} (D_n^2 - D_o^2), \tag{2}$$

где  $D_n$  – наружный диаметр поплавка, м;  $D_o$  – диаметр отверстия поплавка, м.

Из условия работоспособности датчика потока молока следует, что вес поплавка 4 с магнитами 3 и 7, а также патрубка 2, так как при всплытии поплавка, он поднимает его за буртик, не должен превышать его подъемную силу, действующую на него при погружении поплавка в молоко в молочной камере:



$$F_{\Pi} \geq (G_n + G_{нк} + G_{м1} + G_{м2}), \quad (3)$$

где  $F_{\Pi}$  – выталкивающая сила поплавка, Н;  $G_{\Pi}$  – вес поплавка;  $G_{нк}$  – вес патрубка, Н;  $G_{м1}$  – вес магнита №1;  $G_{м2}$  – вес магнита №2.

Отсюда можем определить с учетом уравнений (1) – (3) глубину погружения поплавка в молоко:

$$H_{nn} = \frac{4(G_n + G_{нк} + G_{м1} + G_{м2})}{\pi \cdot \gamma \cdot (D_n^2 - D_o^2)}. \quad (4)$$

Для обеспечения работоспособности датчика потока молока высота поплавка должна быть не меньше глубины погружения поплавка в молоко:

$$H_n \geq H_{nn}, \quad (5)$$

где  $H_n$  – высота поплавка, м.

Для исключения полного погружения поплавка в молоко и учитывая уменьшение удельного веса молока в результате его вспенивания, необходимо ввести коэффициент запаса высоты поплавка,  $K_n$ .

Тогда уравнение для расчета высоты поплавка можно записать:

$$H_{\Pi} = k_n \cdot H_{nn}, \quad (6)$$

где  $k_n$  – коэффициент запаса.

Тогда, с учетом уравнения (4) можно записать:

$$H_n = \frac{4 \cdot k_n \cdot (G_n + G_{нк} + G_{м1} + G_{м2})}{\pi \cdot \gamma \cdot (D_n^2 - D_o^2)}. \quad (7)$$

При включении режима снятия доильного аппарата с вымени животного поплавок 4 датчика потока молока должен занять нижнее положение в молочной камере 5, при интенсивности потока молока 200 мл/мин.

Поэтому необходимо выполнить расчет площади калиброванного отверстия, обеспечивающего пропускную способность, согласно заданной интенсивности, при уровне молока в молочной камере, равной  $H_{nn}$ .

Площадь калиброванного отверстия определим при помощи уравнения Бернулли:

$$Q_{сн} = \mu \cdot S_{ко} \cdot \sqrt{2g \cdot H_{nn}}, \quad (8)$$

где  $Q_{сн}$  – заданная интенсивность потока молока при включении режима снятия доильных стаканов с вымени животного,  $м^3 / с$ ;  $\mu$  – коэффициент расхода, ( $\mu = 0,59...0,63$ );  $S_{ко}$  – площадь калиброванного отверстия,  $м^2$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $м / с^2$ ;  $H_{nn}$  – глубина погружения поплавка, м.

Отсюда

$$S_{ко} = \frac{Q_{сн}}{\mu \cdot \sqrt{2g \cdot H_{nn}}}. \quad (9)$$

Для определения положения поплавка 4 с магнитом 7 в молочной камере 5, при включении режима машинного додаивания, и соответственно положение верхнего геркона 9, необходимо рассчитать величину напора  $H_{м0}$ , исходя из уравнения Бернулли:

$$Q_{м0} = \mu \cdot S_{ко} \cdot \sqrt{2g \cdot H_{м0}}, \quad (10)$$

отсюда

$$H_{м0} = \frac{\left(\frac{Q_{сн}}{\mu \cdot S_{ко}}\right)^2}{2g}, \quad (11)$$

тогда на основании полученной величины напора  $H_{м0}$ , длина патрубка будет равна:

$$H_n = H_{м0} + a, \quad (12)$$

где  $a$  – перемещение поплавка до включения режима машинного додаивания, из конструктивных соображений принимаем равной – 0,005 м.

Полученные зависимости позволят нам определить конструктивные параметры разработанного датчика потока молока, обеспечивающего управление процессом доения при заданных параметрах включения режимов доения или при их изменении.

На основании выполненных расчетов определены основные конструктивные параметры предлагаемого датчика потока молока. Высота поплавка принимается  $H_n=44$  мм, при принятых, исходя из конструктивных соображений, диаметра

поплавка  $D_n=56$  мм и диаметра отверстия под патрубков  $D_o=19$  мм. Площадь калиброванного отверстия  $S_{ко}$ , обеспечивающая заданную пропускную способность –  $6,01 \text{ мм}^2$ , величины напора  $H_{мд}$ , при включении режима машинного додоя –  $13,9$  мм, длина патрубка –  $14,4$  мм.

**Выводы.** Выполненный в статье анализ показывает, что применяемые в настоящее время переносные манипуляторы доения для линейных доильных установок типа «молокопровод», при привязной технологии содержания животных, как правило не выполняют режим машинного додоя. Однако многочисленные исследования свидетельствуют, о необходимости введения в алгоритм управления - режим машинного додоя. Так как своевременное оттягивание доильных стаканов при машинном додоянии, обеспечивает не только полноту выдаивания животных, но и способствует формированию правильного стереотипа доения.

Кроме того, ряд исследователей в своих трудах указывают не только на необходимость машинного додоя, но и его выполнения по каждой доле вымени в отдельности, что и реализовано в представленном в статье переносного манипулятора доения. Поэтому применение переносных манипуляторов доения, алгоритм управления которого обеспечивает выполнение машинного додояния по каждой доле вымени в отдельности и снятия доильных аппаратов с вымени животного в соответствии с заданной интенсивностью молокоотдачи животных позволит увеличить молочную продуктивность животных на 3-4%, снизить заболеваемость вымени коров маститом на 8-10%, а также снизить затраты ручного труда операторов машинного доения.

### Библиография

1. Андрианов Е.А., Злобин В.В. К обоснованию устройства для управления работой доильного аппарата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (30). С. 29–32.
2. Иванов Ю.Г. Автоматизированный пост доения // Сельский механизатор. 2005. № 2. С. 34.
3. Винников И.К., Забродина О.Б. Основные проблемы и концепция модернизации автоматизированных технологий и установок для доения коров // Вестник аграрной науки Дона. 2011. № 4 (16). С. 25–31.
4. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок за // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 64–65.
5. Ульянов В.М., Шапошников С. Переносной доильный аппарат с манипулятором // Сельский механизатор. 2005. № 2. С. 34.
6. Ганеев А.А. Доильная аппаратура – фундамент высококачественного молока // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 1. С. 17–19.
7. Забродина О.Б., Мартыненко О.И. Адаптивное управление процессом доения // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 7. С. 28–29.
8. Патент № 2189737 С2 Российская Федерация, МПК 01 J5/00. Мобильный автомат доения коров. / Заявители: А. Ф. Пономарев, В. Ф. Ужик, В. И. Борозенцев, Ю. Н. Ульянов. 2000114413/13; заявл. 05.06.2000; опубл. 27.09.2002 г., 11 с.: 6 ил.
9. А.с. № 1777550 SU, МПК F01 J7//00. Доильная установка. / Заявители: В. Ф. Ужик, В. И. Борозенцев. – заявл. 22.05.1990; опубл. 23.11.1992 г. 9 с.: 7 ил.
10. Лачуга Ю.Ф. Направления научных исследований по совершенствованию автоматизированных систем управления технологическими процессами в животноводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 2 (10). С. 4–9.
11. Лукманов Р.Р., Зиганшин Б.Г., Гаязиев И.Н. К вопросу автоматизации процесса машинного доения коров // Вестник Казанского ГАУ. 2012. № 3 (25). С. 87–90.
12. Винников И.К. Автоматизация и роботизация доения коров в параллельно-проходных станках // Техника в сельском хозяйстве. 2009. № 4. С. 12–15.
13. Винников И.К., Бахчевников О.Н., Пахомов Ю.В. Совершенствование технологии доения коров в стойлах // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 5. С. 21–25.
14. Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства // Техника и оборудование для села. 2019. № 4. С. 2–7.
15. Анисимова Е.И., Катмаков П.С. Оценка морфофункциональных свойств вымени коров симментальской породы разных внутрипородных типов // Вестник Нижегородской сельскохозяйственной академии. 2018 № 3. С. 64–68.
16. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность зарубежных манипуляторов доения коров // Международный сельскохозяйственный журнал. 2005. № 5. С. 55–57.
17. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность доения и автоматического машинного додоя коров на различных установках // Доклады РАСХН. 1995. № 3. С. 45–47.
18. Борозенцев В.И. К разработке алгоритма управления манипулятора доения коров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4 (32). С. 73–80.
19. Борозенцев В.И. К модернизации манипулятора доения коров на автоматизированной доильной установке «елочка» // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 162–168.
20. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструкции переносного манипулятора для линейной доильной установки // Материалы XVIII международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT технологий». п. Майский : Белгородская ГСХА, 2014. С. 199.

### References

1. Andrianov E.A., Zlobin V.V. K obosnovaniyu ustroystva dlya upravleniya rabotoi doilnogo apparata [On the justification of a device for controlling the operation of a milking machine] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 3 (30). S. 29–32.
2. Ivanov Yu.G. Avtomatizirovanniy post doeniya [Automated milking post] // Selskii mekhanizator. 2005. № 2. S. 34.

3. Vinnikov I.K., Zabrodina O.B. Osnovnye problemy i kontseptsiya modernizatsii avtomatizirovannykh tekhnologii i ustanovok dlya doeniya korov [Main problems and concept of modernization of automated technologies and installations for milking cows] // Vestnik agrarnoi nauki Dona. 2011. № 4 (16). S. 25–31.
4. Kirsanov V.V. Napravleniya sovershenstvovaniya ispolnitelnykh mekhanizmov doilnykh ustanovok za [Directions for improving the actuators of milking installations] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2010. – № 1. – S. 64–65.
5. Ulyanov V.M., Shaposhnikov S. Perenosnoi doilnyi apparat s manipulyatorom [Portable milking machine with a manipulator] // Selskii mekhanizator. 2005. № 2. S. 34.
6. Ganeev A.A. Doilnaya apparatura – fundament vysokokachestvennogo moloka [Milking equipment is the foundation of high-quality milk] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2008. № 1. S. 17–19.
7. Zabrodina O.B., Martynenko O.I. Adaptivnoe upravlenie protsessom doeniya [Adaptive control of the milking process] // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaistva. 2010. № 7. S. 28–29.
8. Patent № 2189737 S2 Rossiiskaya Federatsiya, MPK 01 J5/00. Mobilnyi avtomat doeniya korov [Mobile automatic cow milking machine] / Zayaviteli: A. F. Ponomarev, V. F. Uzhik, V. I. Borozentsev, Yu. N. Ulyantsev. 2000114413/13; zayavl. 05.06.2000; opubl. 27.09.2002 g., 11 s.: 6 il.
9. A.s. № 1777550 SU, MPK F01 J7/00. Doilnaya ustanovka [Milking machine] / Zayaviteli: V. F. Uzhik, V. I. Borozentsev. – zayavl. 22.05.1990; opubl. 23.11.1992 g. 9 s.: 7 il.
10. Lachuga Yu.F. Napravleniya nauchnykh issledovaniy po sovershenstvovaniyu avtomatizirovannykh sistem upravleniya tekhnologicheskimi protsessami v zhivotnovodstve [Directions of scientific research to improve automated control systems for technological processes in livestock farming] // Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva. 2013. № 2 (10). S. 4–9.
11. Lukmanov R. R., Ziganshin B. G., Gayaziev I. N. K voprosu avtomatizatsii protsessa mashinnogo doeniya korov [On the issue of automation of the process of machine milking of cows] // Vestnik Kazanskogo GAU. 2012. № 3 (25). S. 87–90.
12. Vinnikov I.K. Avtomatizatsiya i robotizatsiya doeniya korov v parallelnoprokhodnykh stankakh [Automation and robotization of milking cows in parallel-pass machines] // Tekhnika v selskom khozyaistve. 2009. № 4. S. 12–15.
13. Vinnikov I.K., Bakhtchevnikov O.N., Pakhomov Yu.V. Sovershenstvovanie tekhnologii doeniya korov v stoilakh [Improving the technology of milking cows in stalls] // Tekhnika v selskom khozyaistve. 2012. № 5. S. 21–25.
14. Morozov N.M. Ekonomicheskaya effektivnost i tsifrovizatsiya zhivotnovodstva [Economic efficiency and digitalization of livestock farming] // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2019. № 4. S. 2–7.
15. Anisimova E.I., Katmakov P.S. Otsenka morfofunktsionalnykh svoystv vymeni korov simmentalskoi porody raznykh vnuriporodnykh tipov [Assessment of the morphofunctional properties of the udder of Simmental cows of different intrabreed types] // Vestnik Nizhegorodskoi selskokhozyaistvennoi akademii. 2018 № 3. S. 64–68.
16. Yuldashev F.F. Effektivnost zarubezhnykh manipulyatorov doeniya korov [Efficiency of foreign cow milking manipulators] // Mezhdunarodnyi selskokhozyaistvennyi zhurnal. 2005. № 5. S. 55–57.
17. Yuldashev F.F. Effektivnost doeniya i avtomaticheskogo mashinnogo dodaivaniya korov na razlichnykh ustanovkakh [Efficiency of milking and automatic machine milking of cows at various installations] // Doklady RASKhN. 1995. № 3. S. 45–47.
18. Borozentsev V.I. K razrabotke algoritma upravleniya manipulyatora doeniya korov [Towards the development of a control algorithm for a cow milking manipulator] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2021. № 4 (32). S. 73–80.
19. Borozentsev V.I. K modernizatsii manipulyatora doeniya korov na avtomatizirovannoi doilnoi ustanovke «elochka» [Towards the modernization of the cow milking manipulator on an automated herringbone milking installation] // Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktualnye problemy agroinzhenerii i puti ikh resheniya», posvyashchennoi 40-letiyu Belgorodskogo GAU. p. Maiskii : FGBOU VO Belgorodskii GAU, 2018. S. 162–168.
20. Uzhik V.F., Borozentsev V.I. K obosnovaniyu konstruksii perenosnogo manipulyatora dlya lineinoi doilnoi ustanovke [To justify the design of a portable manipulator for a linear milking machine] // Materialy XVIII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Problemy i perspektivy innovatsionnogo razvitiya agroinzhenerii, energoeffektivnosti i IT tekhnologii». p. Maiskii : Belgorodskaya GSKhA, 2014. S. 199.

#### Сведения об авторах

Борозенцев Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8(4722) 38-19-48, e-mail: borozensev\_v@mail.ru.

Бекетов Анатолий Викторович, аспирант первого года обучения кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

#### Information about authors

Borozentsev Vladimir Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8(4722) 38-19-48, e-mail: borozensev\_v@mail.ru.

Beketov Anatoly Viktorovich, first-year graduate student of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Mayskiy settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503.

УДК 633.11

*Н.А. Глечикова, А.Т. Лебедев, Р.В. Попова, А.А. Серёгин*

### КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ УРОВНЯ ПРИ ПОСЕВЕ И ВОЗДЕЛЫВАНИИ

**Аннотация.** Эффективность производства сельскохозяйственной продукции зависит от множества случайных факторов, приводящих к появлению натуральных и потенциальных потерь производимой продукции, которые снижают ее фактическую урожайность и валовый сбор. В статье приведена классификация видов потенциальных потерь зерна озимой пшеницы и дана их характеристика с описанием возможных отклонений от агротехнологических требований. Представлены коэффициенты потери урожайности зерновой продукции по фазам развития растений в технологическом процессе производства озимой пшеницы. Определены суммарные значения коэффициента потерь, которые составили для биологических факторов 5,94, для механических 4,15, для технологических 4,94, для агрономических 4,71, для климатических 4,49 и для организационных 5,24. Формализованы агротехнологические отклонения по степени воздействия их на потери и объемы производства зерновой массы на этапах посева и возделывания. Получена корреляционная зависимость урожайности и валового сбора зерна озимой пшеницы от потенциальных потерь зерновой продукции, обусловленных биологическими, механическими, технологическими, агрономическими, климатическими, организационными и экономическими факторами. Описано соотношение потерь зерновых культур от этих факторов, которые приводят к потенциальной убыли объемов производства зерна при посеве и возделывании. Представлены результаты регрессионного и дисперсионного анализа влияния определенного вида потерь на урожайность и валовые сборы зерновых культур. Выполнен анализ соотношения видов потенциальных потерь зерна озимой пшеницы. Показано, что урожайность и валовый сбор зерновых культур существенно зависят от уровня потенциальных потерь, обусловленных рядом факторов, как независимых от сельскохозяйственного товаропроизводителя, так и незначительными отклонениями от агротехнологических требований, которые в большинстве случаев связаны с недостаточным уровнем квалификации механизаторов и специалистов.

**Ключевые слова:** виды потерь зерна, коэффициент потери урожайности, корреляционная зависимость, факторы, корреляционный и дисперсионный анализ.

### CLASSIFICATION OF TYPES OF POTENTIAL GRAIN LOSSES OF WINTER WHEAT AND PREDICTION OF GRAIN LOSSES LEVEL DURING SOWING AND CULTIVATION

**Abstract.** The efficiency of agricultural production depends on many random factors leading to natural and potential losses of produced products, which reduce its actual yield and gross harvest. The article provides a classification of the types of potential grain losses of winter wheat and gives their characteristics with a description of possible deviations from agrotechnological requirements. The coefficients of loss of grain yield by phases of plant development in the technological process of winter wheat production are presented. The total values of the loss coefficient were determined, which were 5.94 for biological factors, 4.15 for mechanical factors, 4.94 for technological factors, 4.71 for agronomic factors, 4.49 for climatic factors and 5.24 for organizational factors. Agrotechnological deviations are formalized according to the degree of their impact on losses and production volumes of grain mass at the stages of sowing and cultivation. A correlation dependence of the yield and gross grain yield of winter wheat on potential losses of grain products caused by biological, mechanical, technological, agronomic, climatic, organizational and economic factors was obtained. The ratio of losses of grain crops from these factors, which lead to a potential loss in grain production volumes during sowing and cultivation, is described. The results of regression and variance analysis of the influence of a certain type of loss on the yield and gross yield of grain crops are presented. An analysis of the relationship between the types of potential grain losses of winter wheat was carried out. It is shown that the yield and gross harvest of grain crops significantly depend on the level of potential losses caused by a number of factors, both independent of the agricultural producer, and minor deviations from agrotechnological requirements, which in most cases are associated with an insufficient level of qualifications of machine operators and specialists.

**Keywords:** types of grain losses, yield loss coefficient, correlation dependence, factors, correlation and variance analysis.

**Введение.** Для сельскохозяйственных товаропроизводителей каждый год вносит свои коррективы в производство продукции растениеводства. Эти коррективы, в первую очередь, обусловлены климатическими изменениями, и 2022 год не стал исключением, а введенные санкции заставили задуматься об использовании только отечественных оборотных средств – семена, удобрения и запасные части. Кроме того, повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции зависит от ряда факторов, которые следует учитывать при выращивании продукции растениеводства. К таким факторам следует отнести сезонность проведения сельскохозяйственных работ, взаимообусловленность биологических, технологических и экономических процессов, территориальная рассредоточенность и почвенно-климатические условия и другие [1]. Трудно найти такой фактор, который не стал бы вызовом для сельхозтоваропроизводителей. Поэтому риски и потери различного рода присутствуют в аграрном секторе постоянно.

Объемы производства зерна во многом определяются потерями зерновой массы на всех технологических этапах. В большинстве случаев эти потери связывают с технологическими процессами уборки [2-4] и хранения [5-7]. Однако, большая доля потерь приходится на технологические процессы, которые предшествуют технологическим операциям последующей уборки и процессов хранения, как этапы формирования объема и качества зерновой массы. К таким этапам следует отнести технологические приемы и способы посева и возделывания зерновых культур. Каждый из этих этапов имеет свои особенности и требует неукоснительного соблюдения агротехнологическим норм и требований, на которые в процессе выполнения этих технологических операций влияет множество факторов.

Так, использование не кондиционных репродукций семян, недостаточность удобрений, отклонения от агротехнологических требований при посеве и возделывании культуры и другие факторы, являются потенциальными потерями, которые приводят к снижению урожайности и валового сбора зерна. По данным [8-10] в повышении урожайности зерновых культур доля приоритетного сорта для данной почвенно-климатической зоны составляет 20-27 %, удобрений – 20-25 %, средств защиты растений – 15-18 %, механизации и обработки почвы – 12-15 %. Средняя величина приведенных факторов изменя-

ется по годам в зависимости от погодных условий, но их совокупное значение может достигать 50-60 %, что является реальными потенциальными потерями продукции при возделывании зерновой культуры.

**Материалы и методы.** В качестве материалов исследования были использованы ежегодные статистические данные продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО) [11], статистические наблюдения, проведенные в сельскохозяйственных предприятиях Ростовской области (СПК им. Калинина, ОАО Учхоз зерновое, ОПХ Экспериментальное, АО Мечетинский Элеватор, ЗАО им. Ленина, ЗАО им. Кирова, ОАО им. Дзержинского) и данные экологических мониторингов. Для обработки статистической информации применяли корреляционно-регрессионный анализ, как наиболее широко распространенный и гибкий прием для поиска закономерностей, прогнозирования и классификации данных на основе программного пакета Statistica.

**Результаты исследования и обсуждения.** Технологический процесс выращивания любой сельскохозяйственной культуры состоит из нескольких этапов, в каждом из которых растение проходит определенную фазу роста и развития, от прорастания до созревания. На каждую фазу роста и развития растений, урожай и его качество влияет свой комплекс различных факторов, которые не могут быть заменены другими по своему физиологическому действию для жизни растений. В этом заключается закон равнозначности и незаменимости факторов [12]. Отклонения факторов от оптимальных значений в сторону недостаточности или переизбытка приводят к неполноценному росту и развитию растений, снижают продуктивность культуры и не позволяют получить высокие урожаи. Потери, которые возникают в связи с отклонениями необходимых факторов от оптимальных параметров, необходимых для полноценного роста и развития растений, реализации генетического потенциала и биологической урожайности, назовем потенциальными потерями.

Потенциальные потери зерновой продукции – это возможное снижение объема зерновой массы, в результате технологического процесса выращивания культуры, выражающийся в центнерах или тоннах при уборке урожая. Коэффициент потерь урожайности представляет собой удельное значение потенциальных потерь, приходящихся на единицу площади.

Очевидно, что параметры различных факторов, влияющих на рост и развитие растений, не всегда могут регулироваться деятельностью человека. В связи с чем, все факторы, которые оказывают влияние на снижение урожайности, можно разделить на 2 группы: регулируемые и нерегулируемые. Кроме того, в процессе выращивания, даже если какой-либо фактор имеет свое оптимальное значение, потери урожайности все равно неизбежны. Такие потенциальные потери следует считать нормативными, а потенциальные потери, которые превышают уровень нормативных потерь – сверхнормативными.

Такое разделение факторов, вызывающих снижение урожайности зерновых культур, позволяет классифицировать их по видам потенциальных потерь, на этапах посева и возделывания, представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Классификация видов и характеристика потенциальных потерь**

Классификация видов потенциальных потерь	Факторы, приводящие к потенциальным потерям	Причины, приводящие к соответствующему виду потерь
Биологические	Сорт, репродукция, семена	Использование нерайонированных семян и содержания гумуса в почве
Механические	Травмирование, уплотнение почвы	Воздействие технических средств
Технологические	Особенности технологических приемов	Несоблюдение технологических приемов
Агрономические	Предшественник, норма высева, срок посева, состав удобрений, норма внесения удобрений, срок внесения удобрений, средства защиты растений	Нарушение агротехнологических требований
Климатические	Температурный режим, освещенность, водный режим	Почвенно-климатические условия
Организационные	Условия труда, уровень квалификации работников, организационные мероприятия	Простои, вызванные низким качеством подготовки, технического обслуживания и ремонта техники
Экономические	Заработная плата, цена, логистика	Экономическая ситуация на рынке
Прочие	Непредусмотренные потери	Порча посевов, вызванная грызунами, птицами и насекомыми

Представленная на основе многолетних статистических данных классификация потенциальных потерь урожайности позволяет определить нормативную и сверхнормативную среднюю величину коэффициента потерь урожайности на всех фазах роста и развития растений озимой пшеницы, а также в различных условиях выращивания. В качестве основных фаз роста и развития озимых зерновых, в данном исследовании, приняты: посев, всходы, кушение, выход в трубку, колошение, налив и созревание. К наиболее характерным условиям выращивания отнесены: засуха по периодам развития, засоренность посевов, содержание микроэлементов в почве, виды вносимых удобрений и отклонение сроков посева.

Результаты проведенных обработок по данным мониторинга [11] потерь урожайности позволили получить коэффициенты потерь урожайности, представленные в таблицах 2-5.

**Таблица 2 – Средняя величина коэффициента потерь урожайности в период засухи по фазам развития**

Фазы роста и развития	Биологические		Механические		Технологические		Агрономические		Климатические		Организационные	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Посев	0,01	0,20	0,01	0,10	0,03	0,21	0,01	0,18	0,10	0,15	0,05	0,15
Всходы	0,03	0,18	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,10	0,10	0,35	0,10	0,25
Кушение	0,05	0,15	0,01	0,18	0,03	0,15	0,01	0,15	0,10	0,30	0,10	0,25
Выход в трубку	0,05	0,20	0,01	0,20	0,02	0,20	0,01	0,20	0,10	0,30	0,05	0,20
Колошение	0,10	0,25	0,01	0,15	0,02	0,20	0,01	0,10	0,10	0,15	0,05	0,10
Налив	0,15	0,30	0,01	0,15	0,10	0,10	0,01	0,25	0,10	0,25	0,05	0,15
Созревание	0,01	0,10	0,01	0,20	0,10	0,15	0,01	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10
<b>ИТОГО</b>	-	<b>1,38</b>	-	<b>1,08</b>	-	<b>1,11</b>	-	<b>1,08</b>	-	<b>1,6</b>	-	<b>1,2</b>

**Таблица 3 – Средняя величина коэффициента потерь урожайности от засоренности посевов по фазам развития**

Фазы роста и развития	Биологические		Механические		Технологические		Агрономические		Климатические		Организационные	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Посев	0,01	0,10	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,10
Всходы	0,02	0,15	0,08	0,12	0,05	0,10	0,07	0,10	0,01	0,10	0,05	0,15
Кущение	0,05	0,20	0,10	0,18	0,08	0,12	0,05	0,15	0,01	0,10	0,05	0,15
Выход в трубку	0,05	0,20	0,12	0,20	0,10	0,15	0,05	0,10	0,01	0,10	0,08	0,18
Колошение	0,10	0,14	0,13	0,25	0,12	0,15	0,10	0,15	0,01	0,10	0,08	0,10
Налив	0,10	0,20	0,01	0,05	0,05	0,10	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,05
Созревание	0,10	0,10	0,01	0,05	0,05	0,10	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,05
<b>ИТОГО</b>	-	<b>1,09</b>	-	<b>0,9</b>	-	<b>0,77</b>	-	<b>0,65</b>	-	<b>0,55</b>	-	<b>0,78</b>

**Таблица 4 – Средняя величина коэффициента потерь урожайности от содержания микроэлементов в почве по фазам развития**

Фазы роста и развития	Биологические		Механические		Технологические		Агрономические		Климатические		Организационные	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Посев	0,05	0,10	0,03	0,05	0,02	0,08	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01	0,05
Всходы	0,05	0,10	0,05	0,10	0,02	0,08	0,01	0,07	0,01	0,02	0,05	0,15
Кущение	0,08	0,20	0,08	0,12	0,05	0,10	0,05	0,20	0,01	0,02	0,05	0,20
Выход в трубку	0,08	0,20	0,08	0,12	0,05	0,10	0,05	0,25	0,01	0,02	0,08	0,20
Колошение	0,10	0,20	0,02	0,05	0,05	0,10	0,05	0,20	0,01	0,02	0,03	0,12
Налив	0,10	0,10	0,01	0,08	0,01	0,15	0,03	0,15	0,01	0,02	0,02	0,15
Созревание	0,05	0,10	0,01	0,08	0,01	0,05	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	0,10
<b>ИТОГО</b>	-	<b>1</b>	-	<b>0,6</b>	-	<b>0,66</b>	-	<b>0,97</b>	-	<b>0,14</b>	-	<b>0,97</b>

**Таблица 5 – Средняя величина коэффициента потерь урожайности от видов внесения удобрений по фазам развития**

Фазы роста и развития	Биологические		Механические		Технологические		Агрономические		Климатические		Организационные	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Посев	0,01	0,10	0,01	0,05	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,05	0,01	0,10
Всходы	0,02	0,15	0,02	0,10	0,02	0,15	0,02	0,15	0,02	0,08	0,03	0,12
Кущение	0,03	0,20	0,02	0,15	0,05	0,20	0,03	0,18	0,02	0,08	0,05	0,15
Выход в трубку	0,03	0,30	0,02	0,20	0,05	0,25	0,05	0,20	0,05	0,12	0,05	0,15
Колошение	0,04	0,15	0,02	0,20	0,05	0,15	0,05	0,12	0,05	0,12	0,03	0,12
Налив	0,01	0,15	0,01	0,15	0,01	0,10	0,05	0,12	0,05	0,12	0,01	0,10
Созревание	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,05	0,02	0,10	0,01	0,10	0,01	0,10
<b>ИТОГО</b>	-	<b>1,15</b>	-	<b>0,95</b>	-	<b>1</b>	-	<b>0,97</b>	-	<b>0,67</b>	-	<b>0,84</b>

**Таблица 6 – Средняя величина коэффициента потерь урожайности от нарушения сроков посева по фазам развития**

Фазы роста и развития	Биологические		Механические		Технологические		Агрономические		Климатические		Организационные	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Посев	0,01	0,10	0,03	0,10	0,05	0,30	0,05	0,15	0,10	0,30	0,05	0,30
Всходы	0,01	0,20	0,02	0,10	0,08	0,25	0,08	0,20	0,10	0,30	0,05	0,20
Кущение	0,02	0,15	0,02	0,10	0,08	0,20	0,08	0,15	0,08	0,25	0,05	0,20
Выход в трубку	0,02	0,12	0,03	0,12	0,05	0,15	0,05	0,12	0,08	0,25	0,06	0,20
Колошение	0,01	0,05	0,03	0,10	0,05	0,15	0,05	0,12	0,05	0,15	0,06	0,15
Налив	0,01	0,10	0,01	0,05	0,03	0,25	0,02	0,20	0,10	0,18	0,08	0,20
Созревание	0,02	0,10	0,01	0,05	0,03	0,10	0,02	0,10	0,05	0,10	0,08	0,20
<b>ИТОГО</b>	-	<b>0,82</b>	-	<b>0,62</b>	-	<b>1,4</b>	-	<b>1,04</b>	-	<b>1,53</b>	-	<b>1,45</b>

Как следует из таблиц 2-6, наибольший средний суммарный коэффициент потерь урожая, равный 5,44, приходится на биологические потери, связанные с выбором сорта и состоянием плодородия почвы. Существенное влияние на потери урожайности также оказывают организационные факторы (средний суммарный коэффициент потери урожайности 5,24). Эти два вида потенциальных потерь являются определяющими при выращивании зерновых культур и получении высоких урожаев.

Третьими по значению потенциальными потерями, влияние которых значительно сказывается на урожайности зерновых культур, являются технологические факторы (коэффициент – 4,94). Несоблюдение приемов почвообработки, посева и других технологических операций приводит к уменьшению объемов зерновой продукции.

Следует отметить, что хотя болезни зерновых и не оказывают влияния на уровень урожайности, их можно смело относить к потенциальным потерям, так как снижается качество зерна. А это приводит и к снижению стоимости, и к уменьшению уровня рентабельности. Фитосанитарное состояние посевов, согласно данным мониторингов за последние годы, значительно ухудшилось. На это влияет посев пшеницы по стерневым предшественникам, наличие падалицы, сорняков, сев

в ранние или же слишком поздние сроки, завышение норм высева семян, посев по свежевспаханной почве, а также по минимальной обработке, и игнорирование других агротехнологических норм. Однозначно, это усиливает вредоносность болезней. Однако определённые коррективы в данный процесс также вносит постоянное изменение агроклиматических условий и природных эволюционных процессов в популяции возбудителей болезней, что увеличивает их генетическое и трофическое разнообразие. Всё это ежегодно прогрессирует и достигает критических размеров.

Результаты хозяйственной деятельности будут зависеть не только от знания природы возникновения потенциальных потерь, но и умения идентифицировать их принадлежность к факторам, приводящим к этим потерям. Идентификация поможет установить область деятельности для определения вида потенциальных потерь и разработать дальнейшие мероприятия, которые позволят принять комплекс мер, с целью снижения степени риска возникновения этих потерь.

Идентификация потерь может осуществляться в рамках одной сельскохозяйственной операции – это простые рисковые события, вызывающие потери или отрасли деятельности – это уже сложные события, которые могут включать несколько этапов своего формирования.

В сельскохозяйственном производстве факторы возникновения потенциальных потерь проявляются по-разному, носят специфический характер, и роль одних и тех же потерь не одинакова. Например, поражение семенного материала оказывает существенное влияние на всхожесть и качество зерна.

Корреляционно-регрессионный анализ позволяет установить зависимости урожайности зерновых культур от различного вида факторов, определить значимость, степень влияния каждого фактора и уровня потенциальных потерь, а также спрогнозировать уровень изменения этих потерь.

Для проведения корреляционно-регрессионного анализа видов потенциальных потерь на основе априорной информации были выбраны различные факторы, влияющие на урожайность зерновых культур. В основе выбора положена разработанная классификация, представленная ранее в таблице 1.

В основе выбора видов потенциальных потерь, по предложенным группам факторов, положены особенности реализации технологических операций в различных эксплуатационных условиях на всех этапах производства озимых зерновых культур. Применительно к выбранным этапам настоящего исследования, - посеву и возделыванию зерновых, - по каждой группе факторов приняты виды потенциальных потерь, представленные в таблице 7.

При этом переменные величины, - виды потенциальных потерь, - независимо от фактора, к которому они отнесены, кодированы сплошной нумерацией, например, строка 1 – это протравливание, отнесенное к биологическому фактору. Аналогично и по другим видам потенциальных потерь урожайности и валового сбора зерна озимых зерновых.

**Таблица 7 – Соотношение видов потерь зерновых культур и факторов**

Фактор	Вид потенциальных потерь	Код
Биологические	Протравливание	Строка 1
	Репродукция семенного материала	Строка 2
	Стимуляция роста семян	Строка 3
	Поражение семян	Строка 4
	Семенные примеси	Строка 5
	Фитосанитарное состояние	Строка 6
Механические	Уплотнение почвы	Строка 7
	Прикатывание растений	Строка 8
	Повреждение стеблей	Строка 9
	Другие воздействия на свойства почвы	Строка 10
Технологические	Отклонения от нормы высева	Строка 11
	Предшественник	Строка 12
	Площадь питания	Строка 13
	Глубина заделки семян	Строка 14
	Размещение семян	Строка 15
	Нарушения технологии обработки почвы	Строка 16
	Посев после оптимальных сроков на 5-10 дней	Строка 17
	Отсутствие ранневесеннего боронования	Строка 18
	Технологическая деградация почвы	Строка 19
Агрономические	Засоренность посевов	Строка 20
	Качество обработки почвы	Строка 21
	Норма доз удобрений	Строка 22
	Объемы внесения пестицидов	Строка 23
Климатические	Задержка фаз развития	Строка 24
	Засуха	Строка 25
	Повышенный температурный режим	Строка 26
	Полеглость растений	Строка 27
	Вымывание растений	Строка 28
Организационные	Вымерзание растений	Строка 29
	Отклонения срока посева	Строка 30
	Неровность обработки почвы	Строка 31
	Низкая квалификация работников	Строка 32
	Регулировка рабочих органов агрегатов	Строка 33
	Простои	Строка 34
	Эксплуатация техники за амортизационными сроками	Строка 35

В таблице 8 представлена формализация факторов по степени воздействия потенциальных потерь на объемы зерновой массы на этапах посева и возделывания озимой пшеницы.

**Таблица 8 – Формализация факторов по степени воздействия потенциальных потерь на объемы зерновой массы на этапах посева и возделывания**

Виды потенциальных потерь	Наименование факторов	Потери урожайности к среднему уровню, %		
		min	mid	max
Биологические	Протравливание	1,5	8,5	20,0
	Репродукция семенного материала	2,0	12,0	21,5
	Стимуляция роста семян	0,05	4,5	10,0
	Поражение семян	0,05	7,0	20,0
	Семенные примеси	1,0	9,0	20,0
	Фитосанитарное состояние	2,0	11,5	25,0
Механические	Уплотнение почвы	3,5	14,0	30,0
	Прикатывание растений	3,0	12,0	25,0
	Повреждение стеблей	2,5	5,0	11,0
	Другие воздействия на свойства почвы	0,5	15,0	30,0
Технологические	Отклонения от нормы высева	0,5	8,5	18,0
	Предшественник	10	22,5	45,0
	Площадь питания	5,0	12,5	20,0
	Глубина заделки семян	0,05	5,0	10,0
	Размещение семян	0,05	5,0	10,0
	Нарушения технологии обработки почвы	1,0	8,0	15,0
	Посев после оптимальных сроков на 5-10 дней	5,0	12,5	30,0
	Отсутствие ранневесеннего боронования	2,5	3,5	8,0
	Технологическая деградация почвы	0,05	16,0	32,0
Агрономические	Засоренность посевов	0,05	12,0	26,0
	Качество обработки почвы	1,5	9,0	18,0
	Норма доз удобрений	1,0	7,5	15,0
	Объемы внесения пестицидов	0,5	10,0	20,0
Климатические	Задержка фаз развития	0,5	18,0	38,0
	Засуха	2,0	28,0	60,0
	Повышенный температурный режим	0,5	23,5	48,0
	Полеглость растений	0,05	5,0	12,0
	Вымывание растений	0,05	10,0	20,0
	Вымерзание растений	0,05	15,0	30,0
Организационные	Отклонения срока посева	1,0	8,0	16,0
	Неровность обработки почвы	0,05	4,0	8,0
	Низкая квалификация работников	1,0	5,0	10,0
	Регулировка рабочих органов агрегатов	1,0	6,0	12,0
	Простои	0,5	6,0	12,0
	Эксплуатация техники за амортизационными сроками	0,5	4,5	9,0

В таблице 9 представлена корреляционная зависимость урожайности и валового сбора зерновых культур от вида потерь.

**Таблица 9 – Корреляционная зависимость урожайности и валового сбора зерновых культур от вида потерь**

Урожайность			Валовой сбор		
№ строки	Столбец 1	Столбец 2	№ строки	Столбец 1	Столбец 2
<i>Биологические</i>			<i>Биологические</i>		
Строка 1	- 0,012	1	Строка 1	- 0,014	1
Строка 2	- 0,034	1	Строка 2	- 0,035	1
Строка 3	- 0,007	1	Строка 3	- 0,007	1
Строка 4	- 0,047	1	Строка 4	- 0,050	1
Строка 5	- 0,034	1	Строка 5	- 0,033	1
Строка 6	- 0,093	1	Строка 6	- 0,088	1
<i>Механические</i>			<i>Механические</i>		
Строка 7	- 0,021	1	Строка 7	- 0,022	1
Строка 8	- 0,019	1	Строка 8	- 0,020	1
Строка 9	- 0,034	1	Строка 9	- 0,035	1
Строка 10	- 0,009	1	Строка 10	- 0,010	1



Продолжение таблицы 9

<i>Технические</i>			<i>Технические</i>		
Строка 11	- 0,054	1	Строка 11	- 0,055	1
Строка 12	- 0,028	1	Строка 12	- 0,028	1
Строка 13	- 0,019	1	Строка 13	- 0,020	1
Строка 14	- 0,034	1	Строка 14	- 0,035	1
Строка 15	- 0,051	1	Строка 15	- 0,050	1
Строка 16	- 0,038	1	Строка 16	- 0,040	1
Строка 17	- 0,009	1	Строка 17	- 0,010	1
Строка 18	- 0,016	1	Строка 18	- 0,016	1
Строка 19	- 0,017	1	Строка 19	- 0,018	1
<i>Агрономические</i>			<i>Агрономические</i>		
Строка 20	- 0,024	1	Строка 20	- 0,024	1
Строка 21	- 0,031	1	Строка 21	- 0,032	1
Строка 22	- 0,090	1	Строка 22	- 0,091	1
Строка 23	- 0,088	1	Строка 23	- 0,089	1
<i>Климатические</i>			<i>Климатические</i>		
Строка 24	- 0,026	1	Строка 24	- 0,026	1
Строка 25	- 0,029	1	Строка 25	- 0,030	1
Строка 26	- 0,021	1	Строка 26	- 0,022	1
Строка 27	- 0,033	1	Строка 27	- 0,035	1
Строка 28	- 0,019	1	Строка 28	- 0,020	1
Строка 29	- 0,026	1	Строка 29	- 0,028	1
<i>Организационные</i>			<i>Организационные</i>		
Строка 30	- 0,031	1	Строка 30	- 0,032	1
Строка 31	- 0,022	1	Строка 31	- 0,022	1
Строка 32	- 0,030	1	Строка 32	- 0,031	1
Строка 33	- 0,009	1	Строка 33	- 0,010	1
Строка 34	- 0,026	1	Строка 34	- 0,028	1
Строка 35	- 0,028	1	Строка 35	- 0,030	1

Регрессионный анализ показывает, как по изменениям «независимых переменных» можно определить изменение «зависимой переменной». В нашем случае зависимой переменной является урожайность и валовый сбор. Независимыми переменными, характеризующими изменение урожайности и валового сбора, выступают соотношения видов потенциальных потерь зерновых культур и их факторы.

Особенность проведенного регрессионного анализа заключается еще и в том, что он позволяет выявить не только вид потенциальных потерь, который вызывает наибольшее снижение урожайности зерновой массы, но и выявить наиболее значимые факторы соответствующего вида потенциальных потерь, которые требуют разработки эффективных мероприятий для повышения урожайности и валового сбора.

В таблицах 10 и 11 представлены результаты соответственно регрессионного и дисперсионного анализа.

**Таблица 10 – Результаты регрессионного анализа влияния вида потенциальных потерь на урожайность и валовые сборы зерновых культур**

Наименование показателя	Регрессионная статистика влияния потерь на урожайность зерновых культур	Регрессионная статистика влияния потерь на валовые сборы зерновых культур
Множественный R	0,8975164282	0,8486474115
R-квадрат	0,7279134524	0,7875619721
Нормированный R-квадрат	0,6578517478	0,6387541541
Стандартная ошибка	26,129785415	7,8964121279
Наблюдения	35	35

**Таблица 11 – Результаты дисперсионного анализа влияния вида потенциальных потерь на урожайность и валовые сборы зерновых культур**

Урожайность			Валовой сбор		
<i>Биологические</i>			<i>Биологические</i>		
Y - пересечение	64,80	F	Y - пересечение	111585,6	F
Строка 1	- 1,265454	19,21587	Строка 1	- 1,458952	18,742458
Строка 2	- 3,435487		Строка 2	- 3,569447	
Строка 3	- 0,748773		Строка 3	- 0,784973	
Строка 4	- 4,747924		Строка 4	- 5,098798	
Строка 5	- 3,435858		Строка 5	- 3,362659	
Строка 6	- 9,306549		Строка 6	- 8,897247	
<i>Механические</i>			<i>Механические</i>		
Строка 7	- 2,164658	16,52138	Строка 7	- 2,265187	13,489721

Продолжение таблицы 11

Строка 8	- 1,948471		Строка 8	- 2,065401	
Строка 9	- 3,465483		Строка 9	- 3,534848	
Строка 10	- 0,932194		Строка 10	- 1,065481	
<i>Технологические</i>			<i>Технологические</i>		
Строка 11	- 5,449794	15,872641	Строка 11	- 5,584769	12,698727
Строка 12	- 2,297489		Строка 12	- 2,488478	
Строка 13	- 1,965498		Строка 13	- 2,248450	
Строка 14	- 3,659494		Строка 14	- 3,559716	
Строка 15	- 5,199928		Строка 15	- 5,084797	
Строка 16	- 3,868451		Строка 16	- 4,084871	
Строка 17	- 1,054584		Строка 17	- 1,084948	
Строка 18	- 2,879816		Строка 18	- 1,684188	
Строка 19	- 2,084817		Строка 19	- 1,895994	
<i>Агрономические</i>			<i>Агрономические</i>		
Строка 20	- 2,459749	12,587942	Строка 20	- 2,469494	15,897513
Строка 21	- 3,148498		Строка 21	- 3,269147	
Строка 22	- 8,085120		Строка 22	- 8,048791	
Строка 23	- 7,049478		Строка 23	- 8,948839	
<i>Климатические</i>			<i>Климатические</i>		
Строка 24	- 2,664814	18,576157	Строка 24	- 2,649847	17,897516
Строка 25	- 2,846549		Строка 25	- 3,064654	
Строка 26	- 2,486411		Строка 26	- 2,284124	
Строка 27	- 3,384488		Строка 27	- 3,584167	
Строка 28	- 1,964137		Строка 28	- 2,165480	
Строка 29	- 2,645182		Строка 29	- 2,869481	
<i>Организационные</i>			<i>Организационные</i>		
Строка 30	- 3,144871	16,879421	Строка 30	- 3,946132	15,879623
Строка 31	- 2,058452		Строка 31	- 2,616412	
Строка 32	- 3,584180		Строка 32	- 3,254161	
Строка 33	- 0,584689		Строка 33	- 1,654810	
Строка 34	- 2,415486		Строка 34	- 2,541548	
Строка 35	- 2,454818		Строка 35	- 3,056160	

Проведенный анализ говорит о том, что потребуются дополнительные затраты и точный расчет эффективности разработанных мероприятий. Так как, на практике не всегда затраты, вызывающий рост себестоимости произведенной продукции, и прирост урожайности дают желаемого эффекта. Критерий Фишера в данном случае указывает о наличии достоверности в дисперсиях. Критерий Фишера – показатель достоверности влияния изучаемых факторов на полученный результат.

**Выводы.** На основании обобщения можно сделать следующие выводы.

1. В результате выполненных исследований определены суммарные значения коэффициента потенциальных потерь, по факторам: биологические – 5,94, механические – 4,15, технологические – 4,94, агрономические – 4,71, климатические – 4,49, организационные – 5,24.

2. Проведенный дисперсионный анализ позволил установить наибольшее влияние на величину урожайности и валового сбора зерна переменных величин потенциальных видов потерь зерна по группам факторов:

- фитосанитарное состояние посевов, поражение семян, репродукция семенного материала для биологических факторов;
- повреждение стеблей, уплотнение почвы, прикапывание растений для механических факторов;
- отклонения нормы высева, глубина заделки семян, нарушения технологии обработки почвы и размещение семян для технологических факторов;
- нормы доз удобрений, объемы внесения пестицидов, качество обработки почвы для агрономических факторов;
- полеглость растений, засуха, вымерзание растений для климатических факторов;
- низкая квалификация работников, отклонения срока посева, эксплуатация техники за амортизационными сроками для организационных факторов.

3. Применение разработанной классификации видов потенциальных потерь и математических моделей, отражающих зависимость урожайности и валового сбора зерна от потенциальных потерь зерновой массы на этапах посева и возделывания зерновых культур, позволит повысить эффективность производства зерна озимой пшеницы при реализации прогнозных моделей на практике.

#### Библиография

1. Медеяева З.П., Гончаров С.В., Шилова Н.П. Диверсификация сельскохозяйственного производства как необходимость развития аграрного производства в условиях санкций // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (72). С. 129–133.
2. Крупчатников Р.А., Климов Н.С. Анализ потерь зерна при уборке в условиях повышенного увлажнения // В сборнике: Информационные системы и технологии АПК и ПГС. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. Курск, 2023. С. 197–200.

3. Заревин М.Д., Кошелев Я.Р., Гринь А.М. Способ определения потерь зерна за комбайном при уборке зерновых культур // В сборнике: научное творчество студентов – развитию агропромышленного комплекса. Сборник студенческих научных работ. Брянск : ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2023. С. 488–492.
4. Капустин В.П., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И. Анализ факторов, вызывающих потери урожая при уборке зерновых культур // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 1.
5. Дондоков Ю.Ж., Аммосов И.Н., Дринча В.М. Концептуальные положения сохранности зерна в процессе его хранения // Вестник АГАТУ. 2023. № 1. С. 50–57.
6. Латышенко Н.М., Семина Е.С., Зинган А.М. Хранение зерна как важный этап производства агарной продукции // В сборнике: Школа молодых новаторов. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт. Курск, 2023. С. 418–422.
7. Головин А.А. Потери при хранении как угроза продовольственной безопасности страны // В сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. Барнаул, 2022. С. 81–83.
8. Nechaev V.I., Glechikova N.A., Seregin A.A. Developing breeding and seed-breeding in Russia: organizational, economic, and legal aspects // В сборнике: The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Heidelberg, 2021. С. 395–401.
9. Баршадская С.И., Нещадим Н.Н., Квашин А.А. Урожайность и качество зерна различных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника, удобрений и других приемов выращивания // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 120. С. 1305–1321.
10. Нечаев В.И. Организационно-экономические основы сортосмены при производстве зерна: монография. Москва : Изд-во АгриПресс, 2000. 480 с.
11. <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-s-statistical-yearbook-2023-goes-live--highlights-the-impact-of-disasters-on-agriculture-and-cost-of-healthy-diets/ru?s=09> (дата обращения: 09.03.2023).
12. Назаренко Л.В. Факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур длинного дня на примере пшеницы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 862–878.

#### References

1. Medelyaeva Z.P., Goncharov S.V., Shilova N.P. Diversifikaciya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva kak neobhodimost' razvitiya agrarnogo proizvodstva v usloviyah sankcij [Diversification of agricultural production as a necessity for the development of agricultural production under sanctions] // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 1 (72). S. 129–133.
2. Krupchatnikov R.A., Klimov N.S. Analiz poter' zerna pri uborke v usloviyah povyshennogo uvlazhneniya [Analysis of grain losses during harvesting under conditions of increased moisture] // V sbornike: Informacionnye sistemy i tekhnologii APK i PGS. Sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. V 2-h tomah. Kursk, 2023. S. 197–200.
3. Zarevin M.D., Koshelev Ya.R., Grin' A.M. Sposob opredeleniya poter' zerna za kombajnom pri uborke zernovykh kul'tur [Method for determining grain losses behind a combine when harvesting grain crops] // V sbornike: nauchnoe tvorchestvo studentov – razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik studencheskih nauchnyh rabot. Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2023. S. 488–492.
4. Kapustin V.P., Rodionov Yu.V., Skomorohova A.I. Analiz faktorov, vyzvyvayushchih poteri urozhaya pri uborke zernovykh kul'tur [Analysis of factors causing yield losses when harvesting grain crops] // Nauka i Obrazovanie. 2023. Т. 6. № 1.
5. Dondokov Yu.Zh., Ammosov I.N., Drincha V.M. Konceptual'nye polozheniya sohrannosti zerna v processe ego hraneniya [Conceptual provisions for the safety of grain during storage] // Vestnik AGATU. 2023. № 1. С. 50–57.
6. Latyshenok N.M., Semina E.S., Zingan A.M. Hranenie zerna kak vazhnyj etap proizvodstva agarnoj produkcii [Grain storage as an important stage in the production of agar products] // V sbornike: Shkola molodykh novatorov. sbornik nauchnyh statej 4-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii perspektivnykh razrabotok molodykh uchenyh. Severo-Kavkazskij federal'nyj universitet, Pyatigorskij institut. Kursk, 2023. S. 418–422.
7. Golovin A.A. Poteri pri hranenii kak ugroza prodovol'stvennoj bezopasnosti strany [Storage losses as a threat to the country's food security] // V sbornike: Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu. Sbornik materialov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h knigah. Barnaul, 2022. S. 81–83.
8. Nechaev V.I., Glechikova N.A., Seregin A.A. Developing breeding and seed-breeding in Russia: organizational, economic, and legal aspects // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Heidelberg, 2021. S. 395–401.
9. Barshadskaya S.I., Neshchadim N.N., Kvashin A.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna razlichnykh sortov ozimoy pshenicy v zavisimosti ot predshestvennika, udobrenij i drugih priemov vyrashchivaniya [Productivity and grain quality of various varieties of winter wheat depending on the predecessor, fertilizers and other growing methods] // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 120. S. 1305–1321.
10. Nechaev V.I. Organizacionno-ekonomicheskie osnovy sortosmeny pri proizvodstve zerna: monografiya [Organizational and economic foundations of variety change in grain production: monograph]. Moskva. Izd-vo AgriPress. 2000. 480 s.
11. <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-s-statistical-yearbook-2023-goes-live--highlights-the-impact-of-disasters-on-agriculture-and-cost-of-healthy-diets/ru?s=09> (data obrashcheniya: 09.03.2023).
12. Nazarenko L.V. Faktory vneshnej sredy, ih vliyanie na rost i razvitie sel'skohozyajstvennykh kul'tur dlinnogo dnya na primere pshenicy [Environmental factors, their influence on the growth and development of long-day crops using the example of wheat] // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 91. S. 862–878.

#### Сведения об авторах

Глечикова Наталья Александровна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и управления, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, ул. им. Ленина, дом 21, г. Зерноград, Ростовская область, Россия, 347740, тел. +7-928-611-19-77, e-mail: nataliyglechikova@mail.ru.

Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБОУ ВО Калмыцкий ГУ имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, Республика Калмыкия, Россия, тел. +7-961-498-64-23, e-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Попова Регина Владиславовна, аспирантка, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, ул. им. Ленина, дом 21, г. Зерноград, Ростовская область, Россия, 347740, тел. +7-928-168-68-76, e-mail: reginayatsk@mail.ru.

Серёгин Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБОУ ВО Калмыцкий ГУ имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, дом 11, г. Элиста, Республика Калмыкия, Россия, тел. +7-928-117-20-00, e-mail: alexandrseriogin@mail.ru.

#### **Information about authors**

Glechikova Natalya Aleksandrovna, doctor of economics, professor of the economics and management department, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University» in Zernograd, ul. Lenina 21, 347740, Zernograd, Rostov region, Russia, tel. +7-928-611-19-77, e-mail: natali-yglechikova@mail.ru.

Lebedev Anatoly Timofeevich, doctor of technical sciences, professor, chief researcher, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov», ul. Pushkina 11, Elista, Republic of Kalmykia, Russia, tel. +7-961-498-64-23, e-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Popova Regina Vladislavovna, graduate student, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University» in Zernograd, ul. Lenina 21, 347740, Zernograd, Rostov region, Russia, tel. +7-928-168-68-76, e-mail: reginayatsk@mail.ru.

Seregin Alexander Anatolyevich, doctor of technical sciences, professor, chief researcher, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov», ul. Pushkina 11, Elista, Republic of Kalmykia, Russia, tel. +7-928-117-20-00, e-mail: alexandrseriogin@mail.ru.

УДК 631.363.1

*М.Е. Жерновой, В.И. Борозенцев*

## РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ СЫПУЧИХ КОНСЕРВАНТОВ НА КОРМОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН

**Аннотация.** Обеспечение сбалансированным по основным питательным веществам кормом и эффективное рациональное использование растительного корма является актуальной задачей кормопроизводства. Основными способами консервирования зеленых кормов является их заготовка в виде сена, сенажа и силоса. Одним из перспективных методов считается силосование с применением химических и биологических консервантов (сочетание бактериальных заквасок и ферментных препаратов). В статье дано обоснование целесообразности разработки устройства для внесения твердых сыпучих консервантов при заготовке силоса, обеспечивающего повышение качества кормов и уменьшение потерь биологического урожая. Рассмотрены различные технологии внесения как жидких, так и твердых консервантов в силосуюемую массу и технические устройства для их реализации. На основании проведенного анализа определены основные преимущества и недостатки как существующих технологий внесения консервантов, так и применяемых устройств для их внесения. Установлено, что одной из основных проблем при внесении консервантов, особенно твердых, заключается в неравномерности внесения и распределения консерванта в листостебельной массе, что в дальнейшем приводит к уменьшению сохранности и качества кормов, вследствие чего уменьшается продуктивность животных. Актуальность предложенного технического решения заключается в том, что твердый сыпучий консервант вносится в силосуюемую растительную массу по всей ширине питающего аппарата, непосредственно перед ее измельчением, и тем самым обеспечивается равномерность его распределения. Предложена конструкция устройства для внесения твердых сыпучих консервантов в листостебельную массу и приведены результаты теоретических исследований по определению основных конструктивных параметров предлагаемого устройства.

**Ключевые слова:** консервант, силос, кормоуборочный комбайн, устройство для внесения твердых сыпучих консервантов, катушка, ворошитель, бункер, механизм регулировки.

## DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF A DEVICE FOR APPLICATION OF SOLID BULK PRESERVATIVES FOR FORAGE HARVESTERS

**Abstract.** Providing feed balanced in essential nutrients and effective rational use of plant feed is considered an urgent task of feed production. The main methods of preserving green feed are their preparation in the form of hay, haylage and silage. One of the promising methods is silage, using chemical and biological preservatives (a combination of bacterial starters and enzyme preparations). The article provides a rationale for the feasibility of developing a device for adding solid bulk preservatives when making silage, which improves the quality of feed and reduces losses of biological yield. Various technologies for introducing both liquid and solid preservatives into the silage mass and technical devices for their implementation are considered. Based on the analysis, the main advantages and disadvantages of existing technologies for adding preservatives, as well as the devices used for their application, were determined. It has been established that one of the main problems when adding preservatives, especially solid ones, is the uneven application and distribution of the preservative in the leaf mass, which subsequently leads to a decrease in the safety and quality of feed, as a result of which animal productivity decreases. The relevance of the proposed technical solution lies in the fact that a solid bulk preservative is added to the ensiled plant mass across the entire width of the feeding apparatus, immediately before grinding it, thereby ensuring uniformity of its distribution. The design of a device for introducing solid bulk preservatives into the leaf-stem mass is proposed and the results of theoretical studies are presented to determine the main design parameters of the proposed device.

**Keywords:** preservative, silo, forage harvester, device for introducing solid bulk preservatives, reel, turner, hopper, adjustment mechanism.

В любой стране уровень и качество обеспечения населения продовольствием непосредственно зависят от состояния сельскохозяйственного производства и сопряженных с ним отраслей агропромышленной сферы. На данный момент времени Российская Федерация стремится достичь высокого уровня импортозамещения по основным видам сельскохозяйственной продукции [1, 2]. Для достижения этих целей необходимо более эффективно использовать имеющуюся кормовую базу. Снижение потерь питательных и биологически активных веществ при силосовании растительных кормов возможно при помощи растворов минеральных или органических кислот и их солей [3]. Совершенствование технологий заготовки кормов и их хранения путем применения устройства для внесения твердых сыпучих консервантов будет способствовать выполнению приоритетных задач, указанных в постановлении правительства РФ № 717 от 14 июля 2012 года [4].

Анализируя технологические схемы внесения консервантов, можно сказать, что для их реализации разработано значительное количество и разнообразие технических средств и устройств [5].

На сегодняшний день продолжается разработка устройств для внесения жидких и твердых сыпучих консервантов для различных технологических схем заготовки кормов, что свидетельствует о значимости, сложности данной проблемы и актуальности ее решения, а также отсутствием четких критериев, позволяющих оценить различные варианты на основе комплекса экономических и других показателей.

На основании анализа различных публикаций можно сделать вывод, что нет четкого ответа, на каком этапе технологического процесса заготовки силосованных кормов (скашивание, подбор с измельчением, транспортировка, выгрузка, упаковка, трамбовка) и при каких условиях заготовки (вид корма, влажность, фаза развития) наиболее эффективно внесение консервантов. Кроме того, не изучено отрицательное влияние консервантов на эксплуатационно-технологические показатели уборочных машин, и их наименьшее отрицательное воздействие.

При применении консервантов в процессе заготовки силоса происходит уменьшение потерь биологического урожая и повышение его качества. Силосование с внесением консервантов повышает сохранность протеина на 91...96 % и при этом значительно снижаются потери питательных веществ в сравнении с обычным методом силосования. Находящийся в силосуюемой растительной массе консервант способствует уничтожению вредных микроорганизмов: плесени, масляно-кислых бактерий и др.

Применение консервантов позволяет по сравнению с обычным силосованием снижать в 2...5 раз потери питательных и биологически активных веществ, повышать выход силоса на 15...20 %. При этом наибольший эффект наблюдается при консервировании трудно- и несилосующихся растений [6].

При использовании химических препаратов учитывают влияние не только на сохранность питательных веществ и качество силоса, но и на здоровье, продуктивность животных, а также на качество получаемой от них продукции. Консерванты, используемые при заготовке силоса, должны полностью разрушаться в процессе силосования без образования вредных и ядовитых веществ, а при скармливании животным не оказывать отрицательного влияния на их организм и качество продукции [7].

Но при этом имеется проблема в неравномерности внесения и распределения консерванта в листостебельной массе, что в дальнейшем приводит к уменьшению сохранности и качеству кормов, вследствие чего уменьшается продуктивность животных. Актуальностью выбранной темы исследования является равномерное распределение консерванта при помощи разработанного нами устройства для внесения твердых сыпучих консервантов в силосуемую растительную массу перед ее измельчением.

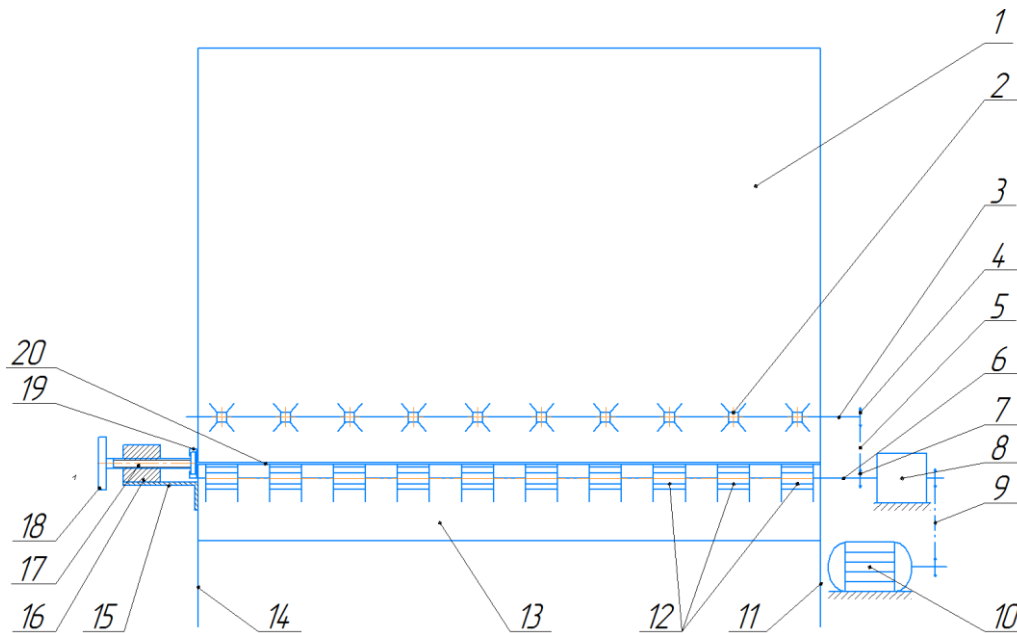
В процессе совершенствования способов и средств, применяемых при консервировании кормов, совершенствовались также и механизмы для их внесения. В настоящее время применяется большое количество схем внесения консервантов в листостебельную массу с использованием различных устройств: внесение консерванта в листостебельную массу в период скашивания и дальнейшим его измельчением; внесение в силосуемую массу консерванта непосредственно в грузовые отсеки транспортных средств на стационарных пунктах перед закладкой на хранение; опрыскивание силосуемой культуры перед её скашиванием; добавление консерванта в рулоны силосуемой культуры до укладки рулонов на хранение; добавление консервантов в силосохранилище в процессе укладки и трамбовки [8-10].

Однако применяемым устройствам для внесения консервантов присущи следующие недостатки: высокие потери консерванта; сложность конструкции; неравномерное распределение консерванта; сложность в регулировке на норму внесения [11, 12].

На основе анализа известных технических решений нами предлагается устройство для внесения твердых сыпучих консервантов в силосуемую растительную массу перед верхним уплотняющим вальцом, то есть непосредственно перед ее измельчением [13-16].

На наш взгляд, выбор такого места внесения твердого сыпучего консерванта обеспечит требуемую равномерность внесения, так как поступление его осуществляется по всей ширине листостебельной массы и, кроме того, происходит дополнительное его распределение вследствие воздействия измельчающего аппарата.

Предлагаемое устройство для внесения твердых сыпучих консервантов монтируется над питающим аппаратом кормоуборочного комбайна и имеет привод от электродвигателя 10, редуктора 8 и цепных передач 9 и 5 (рисунок 1).



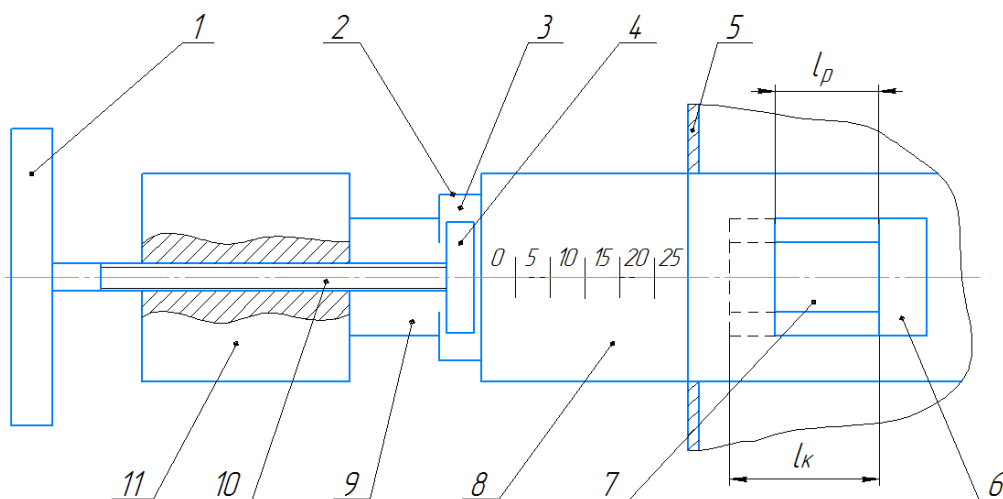
1 – бункер; 2 – пальцевый ворошитель; 3, 6 – вал; 4, 7 – звездочка; 5, 9 – цепь; 8 – редуктор; 10 – электродвигатель; 11, 14 – стойка; 12 – катушка; 13 – кожух; 15 – кронштейн; 16 – механизм регулировки; 17 – винт; 18 – ручка; 19 – шарнир; 20 – регулировочная пластина

**Рис. 1 – Устройство для внесения консерванта**

В бункере 1 расположены пальцевые ворошители 2, установленные на валу 3, на конце которого расположена звездочка привода 4, к днищу бункера 1 прикреплен вал 6, на котором расположены катушки 12 и звездочка привода 7. Снизу бункера прикреплен направляющий кожух 13 и стойки 11, 14.

Механизм регулировки 16 нормы внесения консерванта содержит корпус 11, который жестко прикреплен к бункеру 5, посредством кронштейна 9 (рисунок 2).

Винт 10 содержит ручку 1 и соединен шарнирно с регулировочной пластиной 8 посредством шарнира 3, который выполнен в виде шайбы 4, жестко прикрепленной к винту 10. Шайба 4 находится в корпусе 2, прикрепленном к регулировочной пластине 8. На регулировочной пластине 8 нанесена мерная линейка. Пластина 8 содержит отверстия 6 с длиной равной длине катушек 7.



1 – ручка; 2, 11 – корпус; 3 – шарнир; 4 – шайба; 5 – бункер; 6 – отверстие;  
7 – катушка; 8 – пластина; 9 – кронштейн; 10 – винт

**Рис. 2 – Механизм регулировки нормы внесения консерванта**

Устройство работает следующим образом. При помощи стоек 11 и 14 устройство для внесения консервантов монтируют над питающим аппаратом кормоуборочного комбайна (рисунок 1). Перед началом работы кормоуборочного комбайна при помощи механизма регулировки 16 устанавливают требуемую нормы внесения консерванта. Вращением ручки 1, вращают винт 10, тем самым перемещая пластину 8, используя мерную линейку, нанесенную на нее. Перемещением пластины 8 до заданного значения (от 5...25) изменяется рабочая длина катушек  $l_p$ , а следовательно и норма внесения твердого сыпучего консерванта (рисунок 2). С началом работы кормоуборочного комбайна и его жатки включают электродвигатель 10, который через редуктор 8 и цепную передачу 9 вращает вал 6 и посредством цепной передачи 5 вал 3 (рисунок 1). При вращении вала 3 ворошители пальцевого типа 2 своими пальцами обеспечивают равномерную подачу консерванта к катушкам 12. Консервант попадает на катушечный высевающий аппарат, а именно на катушки 12, которые своими желобками захватывают консервант и по направляющему кожуху 13 подают на листостебельную массу.

Таким образом, консервант равномерно поступает на листостебельную массу непосредственно перед ее измельчением, вследствие чего повышается сохранность и качество кормов.

На процесс внесения в листостебельную массу разработанным устройством влияют следующие свойства твердых сыпучих консервантов: объем, масса, плотность, слеживаемость, размер частиц, коэффициенты трения о твердые несущие поверхности, угол естественного откоса, коэффициент внутреннего трения, влажность, абразивность и др.

Для обеспечения работоспособности устройства для внесения твердых сыпучих консервантов необходимо обосновать его основные конструктивно-технологические параметры.

Конструктивными размерами бункера являются: длина, которую принимаем исходя из ширины питающего аппарата кормоуборочного комбайна, – 800 мм; высота – принимаем максимально возможно допустимой, но при этом устройство не должно ограничивать видимость механизатору – 700 мм.; ширина – 600 мм.

Угол наклона передней стенки бункера –  $\alpha$ , определяем на основании проведенных нами исследований по определению угла естественного откоса твердого сыпучего консерванта. В качестве консерванта применяем бензойную кислоту. Актуальностью использования бензойной кислоты является её доступность, эффективность и дешевизна.

При исследовании использовали заранее подготовленный полый цилиндр, который устанавливали на плоскую поверхность с расположенной на ней миллиметровой бумагой, в него насыпали твердый сыпучий консервант, а затем поднимали вверх, опыт проводили с десятикратной повторностью. На рисунке 3 представлен процесс определения угла естественного откоса твердого сыпучего консерванта.



а) мерная емкость с консервантом; б) измерение высоты насыпного конуса

**Рис. 3 – Определение угла естественного откоса твердого сыпучего консерванта – бензойной кислоты**

При эл  
Н и диаметр –

яли высоту конуса –

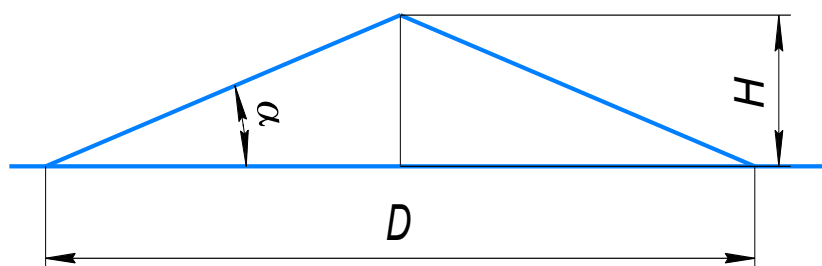


Рис. 4 – Конус из кристаллообразного консерванта

Затем расчетным путем, зная высоту  $H$  и радиус  $R$  конуса, определяем угол естественного откоса твердого сыпучего консерванта –  $\alpha$  и коэффициент внутреннего трения –  $M$ . В результате расчетов была определена средняя арифметическая величина угла естественного откоса твердого сыпучего консерванта, которая составила  $27,87^\circ$ , а коэффициент внутреннего трения –  $0,529$ .

При теоретическом обосновании технологического процесса внесения твердого сыпучего консерванта высевающим аппаратом катушечного типа определяем количество катушек, их частоту вращения и рабочий объем катушки, что будет соответствовать заданным нормам внесения и способствует равномерному распределению твердого сыпучего консерванта по всей ширине поступающей листостебельной массы в измельчающий аппарат.

Исходными данными для расчета являются пропускная способность кормоуборочного комбайна  $Q_k$ , т/ч и рекомендованная норма внесения твердого сыпучего консерванта на 1 т,  $q_k$ , кг/т.

Тогда часовая производительность устройства для внесения консерванта будет равна:

$$W_y = q_k \cdot Q_k, \quad (1)$$

где  $Q_k$  – пропускная способность кормоуборочного комбайна, т/ч;  $q_k$  – норма внесения твердого сыпучего консерванта, кг/т.

Для равномерного распределения консерванта по всей ширине питающего аппарата, из конструктивных соображений принимаем десять катушек, тогда производительность одной катушки будет равна:

$$W_k = \frac{W_y}{N}, \quad (2)$$

где  $W_k$  – производительность одной катушки, кг/ч;  $N$  – принятое число катушек, шт.

Для обеспечения равномерной подачи консерванта каждой катушкой, частоту ее вращения принимаем равной 60 об/мин.

Тогда масса консерванта, высеваемая за один оборот катушки, при расчетной часовой производительности катушки  $W_k$ , будет равна:

$$m_k = \frac{W_k}{n_k}, \quad (3)$$

$n_k$  – число оборотов катушки за один час, об/час.

Определим рабочий объем катушки:

$$V_k = \frac{m_k}{\rho}, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность консерванта, г/см<sup>3</sup>.

Рабочий объем катушки также можно определить по следующему выражению:

$$V_k = l_k \cdot f \cdot z \cdot \beta; \quad (5)$$

где,  $l_k$  – длина катушки, мм;  $f$  – площадь поперечного сечения желобка катушки, мм<sup>2</sup>;  $z$  – количество желобков, шт.;  $\beta$  – коэффициент заполнения площади сечения желоба  $\beta = 0,7 \dots 0,8$ .

Тогда с учетом выражения (4), задаваясь, исходя из конструктивных соображений, длиной катушки и числом желобков, площадь поперечного сечения желобка катушки будет равна:

$$f = \frac{m_k}{\rho} / l_k \cdot z \cdot \beta. \quad (6)$$

На основании конструкторских соображений, исходя из ширины питающего аппарата комбайна, приняли число катушек 10, на основании выполненных расчетов определены основные конструктивные параметры катушки: рабочий объем катушки – 8 см<sup>3</sup>; при принятой длине катушки – 2,5 см и числе желобков – 8, площадь поперечного сечения желобка катушки составила – 0,53 см<sup>2</sup>.

**Выводы.** Анализ технологий внесения консервантов и применяемых технических средств для их внесения показывает, что основными недостатками являются:

- высокие потери консерванта;
- сложность конструкции технических устройств для их внесения;



- неравномерное распределение консерванта; неудобство в эксплуатации и др.

Применение разработанного устройства для внесения твердого сыпучего консерванта на кормоуборочном комбайне, обеспечивающего его внесения на листостебельную массу, непосредственно перед ее измельчением, позволит обеспечить равномерность распределения и тем самым повысить качество и сохранность корма.

Установлены основные конструктивные параметры катушки:

- рабочий объем катушки – 8 см<sup>3</sup>;

- при принятой длине катушки – 2,5 см и числе желобков – 8, площадь поперечного сечения желобка катушки составила – 0,53 см<sup>2</sup>.

### Библиография

1. Вечканова В.С. Сущность организационно-экономического механизма развития сельскохозяйственного производства // В сборнике: Интеграция науки, общества, производства и промышленности. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 76–78.
2. Жилияков Д.И. Анализ эффективности и направления совершенствования государственной поддержки аграрных предприятий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 1 (25). С. 137–146.
3. Науменко П.А. Эффективность химических консервантов при силосовании кормов // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 3. С. 13–14.
4. Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 N 717 (ред. от 19.04.2022) «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» // Гарант: [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/70210644/> (дата обращения 20.11.2022).
5. Полювяный Ю.В., Зимняков В.М., Курочкин А.А. Энергосберегающий экструдер // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 627–630.
6. Сирвидис Й.К. Оценка способов внесения консервантов в силосуемую траву // Совершенствование процессов кормопроизводства: Сб. науч. трудов ЛитНИИМЭСХ. 1988. С. 3–13.
7. Галлямов Ф.Н. Особенности заготовки силоса с применением консервантов // Российский электрон. науч. журн. 2015. № 3. С. 5–18.
8. Патент № 2755435 С1 Российская Федерация, МПК А01F 25/16. Устройство для пневмогидравлического внесения консервантов при разравнивании и трамбовке силоса. / С. А. Отрошко, А. Д. Милев, Н. Д. Шариков. 2020139528; заявл. 01.12.2020; опубл. 16.09.2021 г., 7 с.: 4 ил.
9. Андреева Е.В. Устройство для внесения консервантов // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2011. № 1. С. 233.
10. Жужин М.С. Устройство для внесения консервантов в фуражное зерно при плющении // Технические системы и технологические процессы: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Стерлитамак, 17 июня 2018 года. Стерлитамак : ООО «Агентство международных исследований». 2018. С. 39–41.
11. Иванов Д.В. Современные технологии и технические средства приготовления силосованных кормов. Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет: Изд-во «Агрус», 2014. 44 с.
12. Короткевич А.В. Технологии и машины для заготовки кормов из трав и силосных культур. Минск : Урожай. 1990. 383 с.
13. Борозенцев В.И., Жерновой М.Е. Разработка устройства для внесения консервантов // Материалы студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (24-25 февраля 2021 года): в 4-х томах, т. 3. п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. С. 6.
14. Патент №2782577 С1 Российская Федерация, МПК А01 D41/12. Устройство для внесения твердых сыпучих консервантов. / В. И. Борозенцев, М. Е. Жерновой. 2021136154; заявл. 07.12.2021; опубл. 31.10.2022 г., 7 с.: 2 ил.
15. Борозенцев В.И., Жерновой М.Е. Разработка устройства для внесения твердых сыпучих консервантов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 84–87.
16. Борозенцев В.И., Жерновой М.Е. К обоснованию конструктивных параметров устройства для внесения твердых сыпучих консервантов // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет, 2022. С. 512–515.

### References

1. Vechkanova V.S. Sushchnost' organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma razvitiya sel'skokhozyay-stvennogo proizvodstva [The essence of the organizational and economic mechanism of agricultural production development] // V sbornike: Integratsiya nauki, obshchestva, proizvodstva i promyshlennosti. Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2018. S. 76–78.
2. Zhilyakov D.I. Analiz effektivnosti i napravleniya sovershenstvovaniya gosudarstvennoy podderzhki agrarnykh predpriyatiy [Analysis of efficiency and directions of improvement of state support of agricultural enterprises] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2020. № 1 (25). S. 137–146.
3. Naumenko P.A. Effektivnost' khimicheskikh konservantov pri silosovanii kormov kormov [Effectiveness of chemical preservatives in feed silage] // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo. 2005. № 3. S. 13–14.
4. Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 14.07.2012 N 717 (red. ot 19.04.2022) «O Gosudarstvennoy programme razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya» [«On the State Program for the Development of Agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets»] // Garant : [sayt]. URL: <https://base.garant.ru/70210644/> (data obrashcheniya 20.11.2022).
5. Polyvyanyu Yu.V., Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. Energosberegayushchiy ekstruder [Energy-saving extruder] // Agropromyshlenny kompleks: sostoyaniye, problemy, perspektivy – Penza : Penzenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2022. S. 627–630.
6. Sirvidis Y.K. Otsenka sposobov vneseniya konservantov v silosuyemyu travu [Evaluation of methods for adding preservatives to silage grass] // Sovershenstvovaniye protsessov kormoproizvodstva: Sb. nauch. trudov LitNIIMESKH. 1988. S. 3–13.

7. Gallyamov F.N. Osobennosti zagotovki silosa s primeneniym konservantov [Evaluation of methods for introducing preservatives into silage grass] // Rossiyskiy elektron. nauch. zhurn. 2015. № 3. S. 5–18.
8. Patent № 2755435 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A01F 25/16. Ustroystvo dlya pnevmogidravlicheskogo vnesheniya konservantov pri razravnivanii i trambovke silosa [A device for pneumohydraulic application of preservatives when leveling and compacting silage] / S. A. Otroshko, A. D. Milev, N. D. Sharikov. 2020139528; zayavl. 01.12.2020; opubl. 16.09.2021 g., 7 s.: 4 il.
9. Andreyeva Ye.V. Ustroystvo dlya vnesheniya konservantov [Device for introducing preservatives] // Inzhenerno-tekhnikeskoye obespecheniye APK. Referativnyy zhurnal. 2011. № 1. S. 233.
10. Zhuzhin M.S. Ustroystva dlya vnesheniya konservantov v furazhnoye zerno pri plyushchenii [Devices for adding preservatives to feed grain during flattening] // Tekhnicheskiye sistemy i tekhnologicheskoye protsessy: sbornik statey po itogam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sterlitamak, 17 iyunya 2018 goda. Sterlitamak : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Agentstvo mezhdunarodnykh issledovaniy». 2018. S. 39–41.
11. Ivanov D.V. Sovremennyye tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva prigotovleniya silosovannykh kormov [Modern technologies and technical means for preparing silage feed]. Stavropol' : Stavropol'skiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet: Izd-vo «Agrus», 2014. 44 s.
12. Korotkevich A.V. Tekhnologii i mashiny dlya zagotovki kormov iz trav i silosnykh kul'tur [Technologies and machines for preparing feed from grass and silage crops]. – Minsk : Urozhay. 1990. 383 s.
13. Borozentsev V.I., Zhernovoy M.Ye. Razrabotka ustroystva dlya vnesheniya konservantov [Development of a device for introducing preservatives] // Materialy studencheskoy nauchnoy konferentsii «Gorinskiye chteniya. Innovatsionnyye resheniya dlya APK» (24-25 fevralya 2021 goda): v 4-kh tomakh, t. 3. p. Mayskiy : FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2021. S. 6.
14. Patent №2782577 S1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A01 D41/12. Ustroystvo dlya vnesheniya tverdykh sypuchikh konservantov [Device for the introduction of solid bulk preservatives] / V. I. Borozentsev, M. Ye. Zhernovoy. 2021136154; zayavl. 07.12.2021; opubl. 31.10.2022 g., 7 s.: 2 il.
15. Borozentsev V.I., Zhernovoy M.Ye. Razrabotka ustroystva dlya vnesheniya tverdykh sypuchikh konservantov [Development of a device for the introduction of solid bulk preservatives] // Aktual'nyye problemy agroinzhenerii v XXI veke: Materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. p. Mayskiy : FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2023. S. 84–87.
16. Borozentsev V.I., Zhernovoy M.Ye. K obosnovaniyu konstruktivnykh parametrov ustroystva dlya vnesheniya tverdykh sypuchikh konservantov [To justify the design parameters of a device for adding solid bulk preservatives] // Nauchno-obrazovatel'nyye i prikladnyye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: Sbornik materialov VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Cheboksary : Chuvashskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2022. S. 512–515.

#### Сведения об авторах

Жерновой Максим Евгеньевич, аспирант второго года обучения кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.  
Бorozentsev Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8(4722) 38-19-48, e-mail: borozensev\_v@mail.ru.

#### Information about authors

Zhernovoy Maxim Evgenievich, post-graduate student of the second year of study of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503.  
Borozentsev Vladimir Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8(4722) 38-19-48, e-mail: borozensev\_v@mail.ru.

## К ВОПРОСУ ПЕРЕВОДА ДИЗЕЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ГАЗОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

**Аннотация.** При производстве сельскохозяйственной продукции для достижения максимальной прибыли товаропроизводители стремятся снизить себестоимость производства. Применение инновационных методов, новых технологий и орудий производства, использование более эффективного посевного материала и многое другое позволяет увеличить урожайность посевных культур. Значительная доля затрат приходится на минеральные удобрения и средства защиты растений (порядка 40 %), а также содержание техники и расход топлива смазочных материалов (до 50 %). На данном этапе развития научного прогресса наиболее перспективным направлением по снижению затрат на ТСМ является применение компримированного природного газа и сжиженного природного газа. Эти виды топлива более экологичны и имеют меньшую стоимость по сравнению с традиционным топливом. Для использования газового топлива в двигателях внутреннего сгорания применяется большое количество технических решений. Наиболее перспективной системой для газодизельного режима работы мы считаем систему ВИМ-ВНИИГАЗ. Несмотря на это она имеет существенный недостаток – несовершенство механического газораспределителя и механизма его управления. Нами предлагается усовершенствованная система питания с разработанным газовым регулятором. При проведении исследований было установлено, что теоретические и экспериментальные параметры крутящего момента близки к друг к другу на всем выбранном диапазоне оборотов двигателя, но, следует отметить, что при значениях меньше 1900 мин<sup>-1</sup> экспериментальные характеристики превосходят над теоретическими, т.е. эксплуатационные значения трактора улучшены. При проведении сравнительных стендовых исследований было установлено, что эффективный КПД двигателя увеличился на 7...30 % при работе с экспериментальной конструкцией системы регулирования смеси во всем диапазоне изменения нагрузки. Проведенные эксплуатационные исследования при выполнении технологических операций, таких как дискование почвы со стерней кукурузы, предпосевная подготовка почвы, дискование стерни озимой пшеницы, вспашка и глубокая рыхление показали, что затраты на топливо при выполнении технологических операций в газодизельном режиме работы ниже на 31...39 %, чем в дизельном режиме.

**Ключевые слова:** ресурс, надежность, расход топлива, топливо, гидравлическая плотность, режимы работы, альтернативное топливо, плунжерная пара, энергетическое средство.

## ON THE ISSUE OF THE TRANSFER OF DIESEL ENERGY RESOURCES TO GAS-DIESEL FUEL

**Abstract.** In the production of agricultural products, in order to achieve maximum profit, commodity producers strive to reduce the cost of production. The use of innovative methods, new technologies and tools of production, the use of more efficient seed material and much more allows you to increase the yield of crops. A significant share of the costs falls on mineral fertilizers and plant protection products of about 40 %, as well as the maintenance of machinery and fuel consumption of lubricants up to 50 %. At this stage of the development of scientific progress, the most promising direction to reduce the cost of fuel and lubricants is the use of compressed natural gas and liquefied natural gas. These fuels are more environmentally friendly and have a lower cost compared to traditional fuels. A large number of technical solutions are used to use gas fuel in internal combustion engines. We consider the VIM-VNIIGAZ system to be the most promising system for gas-diesel operation. Despite this, it has a significant drawback – the imperfection of the mechanical gas distributor and its control mechanism. We offer an improved power supply system with a developed gas regulator. During the research, it was found that the theoretical and experimental torque parameters are close to each other over the entire selected engine speed range, but it should be noted that at values less than 1900 min<sup>-1</sup>, the experimental characteristics are superior to the theoretical ones, i.e. the operational values of the tractor are improved. When conducting comparative bench studies, it was found that the effective efficiency of the engine increased by 7...30 % when working with the experimental design of the mixture control system over the entire load range. The conducted operational studies when performing technological operations such as disking the soil with corn stubble, pre-sowing soil preparation, disking winter wheat stubble, plowing and deep loosening showed that fuel costs when performing technological operations in the gas-diesel mode of operation are lower by 31...39 % than in diesel mode.

**Keywords:** resource, reliability, fuel consumption, fuel, hydraulic density, operating modes, alternative fuel, plunger steam, power means.

**Введение.** При производстве сельскохозяйственной продукции товаропроизводители стремятся обеспечить снижение себестоимости производства. Применение инновационных методов, новых технологий и орудий производства, использование более эффективного посевного материала и многое другое позволяет увеличить урожайность посевных культур. Несмотря на внушающий перечень применяемых способов достичь значительного снижения себестоимости производимой продукции не удаётся. Общая структура затрат на производство включает в себя затраты на заработную плату, эксплуатацию и обслуживание машинно-тракторного агрегата, топливо-смазочные материалы, семена, удобрения и средства защиты растений. Проведенный анализ себестоимости производства озимой пшеницы в сельскохозяйственных предприятиях Ставропольского края показал, что наибольшая доля затрат приходится на содержание техники и расход топлива смазочных материалов (ТСМ) до 50 %, а также затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений порядка 40 % [1-3]. Среди основных факторов, которые оказывают влияние на себестоимость продукции, управляемыми являются затраты на содержание техники и ТСМ, а затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений остаются не управляемыми.

Для снижения затрат на ТСМ наиболее перспективным, на наш взгляд, является применение альтернативных видов топлива. В настоящее время основными видами альтернативного топлива являются: биодизельное топливо на основе растительных масел, диметилловый эфир, синтетическое жидкое углеводородное топливо, смеси обезвоженных спиртов (этилового, метилового, бутилового), компримированный природный газ, сжиженный природный газ. Эти альтернативные топлива имеют не только значительно низкую стоимость по отношению к традиционному топливу, но и обладают большей экологичностью (таблица 1) [4, 5]. Наиболее развитое и перспективное направление среди альтернативных источников энергии получили компримированный природный газ и сжиженный природный газ. Обусловлено это в первую очередь из-за суще-

ственных запасов данных видов топлива на территории нашей страны, а также высоким цетановым числом и меньшей стоимостью [3, 6].

**Таблица 1 – Выбросы токсичных компонентов дизелей, работающих на различных топливах**

Вид топлива или компонента	Выброс с продуктами сгорания, г(кВт/ч)						
	Дизельное топливо	Бензин метанольный	Бензин	Пропан-бутановая смесь	Природный газ	Этанол	Метанол
Твердые частицы,(сажа С)	3,6	0,90	0,94	0,91	0,31	0,2	0,15
Монооксид углерода, СО	10,6	200	232	230	70	95	70
Углеводороды, СН <sub>x</sub>	4,95	18,0	18,9	16,1	13,2	15,0	13,2
Оксиды серы, SO <sub>x</sub>	2,6	0,90	0,94	0,45	0,7	-	-
ПАУ	0,015	0,013	0,0135	0,009	0,007	0,001	0,0005
Оксиды азота, NO <sub>x</sub>	19,2	10,0	13,2	13,2	10,6	6,6	3,3
Реактивность	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая

В рамках федерального проекта «Чистая энергетика» общее число автомобильных газонаполнительных компрессорных станций к 2035 году планируется увеличить до 1500, на данный момент их насчитывается порядка 900. Причем, у нашей страны имеются значительные перспективы расширения сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) ввиду развитых веток магистральных газопроводов.

За последние несколько лет отмечается рост использования газа в качестве моторного топлива. На начало 2023 года данная величина достигла до 1,7 млрд м<sup>3</sup>, что в 1,7 раза выше, чем в 2019 году. Несомненно, перевод транспортных и сельскохозяйственных средств на газовое топливо спровоцирован и выделяемыми субсидиями от государства, число переведенной техники уже превышает 280 тыс. ед.

**Материалы и методика.** В настоящее время для перевода дизельных энергетических средств применяется большое разнообразие технических решений [7-10]. Наиболее перспективной системой для газодизельного режима работы мы считаем систему ВИМ-ВНИИГАЗ. Несмотря на это она имеет существенный недостаток – несовершенство механического газораспределителя и механизма его управления. Нами предлагается усовершенствованная система питания с разработанным газовым регулятором [1, 2, 11, 12].

Проведенные исследования теоретических и экспериментальных параметров газодизельного режима трактора с предполагаемым к установке корректором топлива, реализовывались на примере трактора К-701, как энергонасыщенного, способного выполнить практически все сельскохозяйственные и дорожно-строительные работы с двигателем ЯМЗ-240Б и тяговым классом 5.

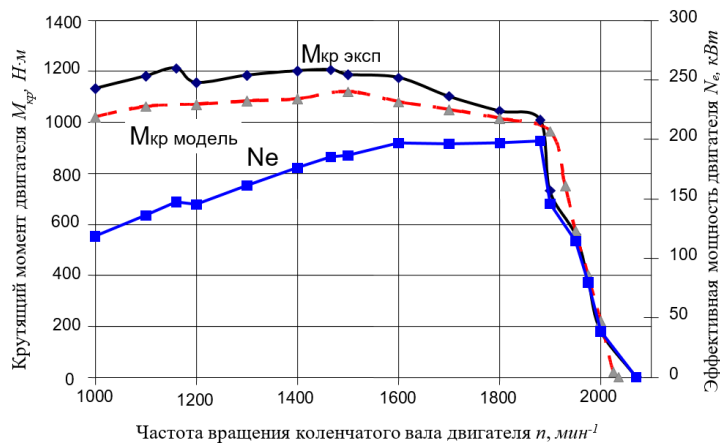
В ходе предварительных испытаний были установлены мощностные характеристики работы трактора в газодизельном режиме, которые представлены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что полученные мощностные характеристики газодизельного режима исследуемого трактора имеют практически подобный вид, что и в дизельном режиме. На построенном графике прослеживается, что теоретические и экспериментальные параметры крутящего момента схожи и близки к друг к другу на всем выбранном диапазоне оборотов двигателя, но, следует отметить, что при значениях меньше 1900 мин<sup>-1</sup> экспериментальные характеристики превосходят над теоретическими, т.е. эксплуатационные значения трактора улучшены.

Сравним полученные значения крутящего момента двигателя в газодизельном режиме с предлагаемым корректором (регулятором) подачи топлива с уже разработанными (например, уже распространенной системой ВИМ-ВНИИГАЗ), для этого рассчитаем такой параметр, как относительный коэффициент эффективности:

$$K_{э1} = \frac{M_{кр\ э агс}}{M_{кр св}} \tag{1}$$

где  $K_{э1}$  – относительный коэффициент эффективности изменения параметром крутящего момента;  $M_{кр\ э агс}$  – крутящий момент, полученный с внедряемым регулятором топлива, Н·м;  $M_{кр св}$  – крутящий момент, полученный с уже разработанным регулятором, Н·м.

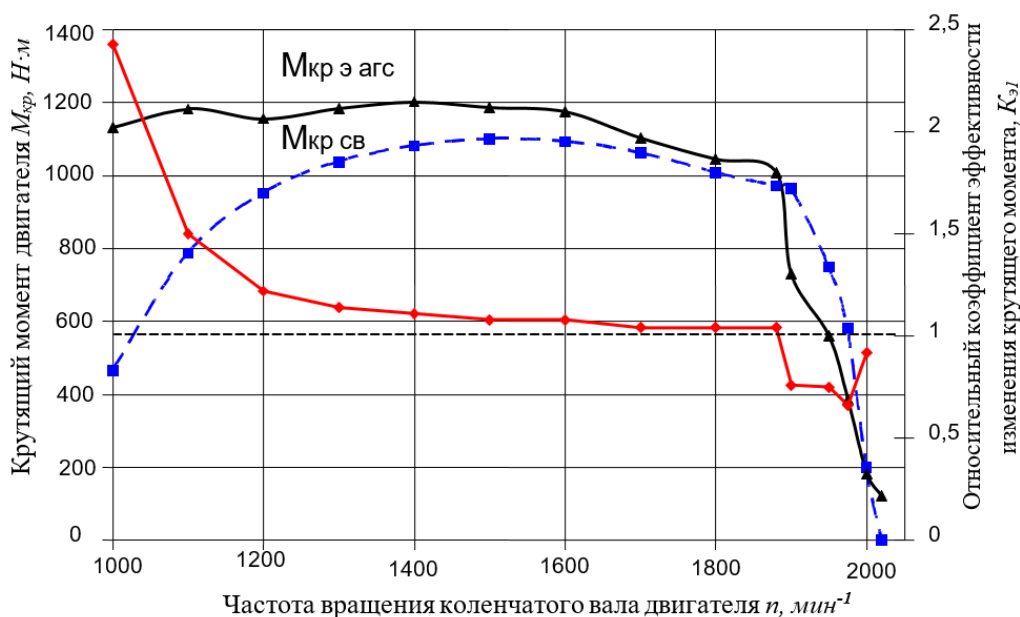


Ne – эффективная (экспериментально установленная) мощность, Mкр эксп – экспериментальный крутящий момент, Mкр модель – теоретический (потенциальный) крутящий момент

**Рис. 1 – Мощностные характеристики трактора К-701 в газодизельном режиме**

Представим полученные значения графическим способом на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что при диапазоне оборотов двигателя в газодизельном режиме от 1000 до 1880 мин<sup>-1</sup> полученные экспериментальные значения крутящего момента с внедряемым регулятором топлива выше в сравнении с разработанным. Это подтверждает улучшение эксплуатационных характеристик трактора в выбранном диапазоне, что доказывается значениями относительного коэффициента эффективности новой конструкции от 1,1 до 2,4.



$M_{кр \text{ э агс}}$  – экспериментальный крутящий момент;  $M_{кр \text{ св}}$  – крутящий момент системы ВИМ-ВНИИГАЗ

**Рис. 2 – Экспериментальные значения крутящих моментов и относительного коэффициента эффективности двигателя ЯМЗ-240Б в газодизельном режиме с внедряемым и разработанным регуляторами топлива**

Таким образом, можно судить об эффективности предлагаемых методов коррекции подачи топлива в газодизельном режиме. При этом снижение значения крутящего момента с внедряемым корректором при оборотах двигателя более 1900 мин<sup>-1</sup>, относительно разработанных, можно объяснить особенностями регулировки топливной аппаратуры, а именно изменением наклона регуляторной ветви, при которой смещается номинальная мощность с 1900 до 1880 мин<sup>-1</sup>.

**Результаты и их обсуждение.** В связи с тем, что газодизельный процесс характеризуется ухудшением топливной экономичности при частичных нагрузках, был проведен эксперимент по проверке топливной экономичности в этом диапазоне нагрузок. Результаты представлены в виде графика (рисунок 3, а) и для сравнения на рисунке 3,б приведены аналогичные параметры двигателя с системой ВИМ-ВНИИГАЗ.

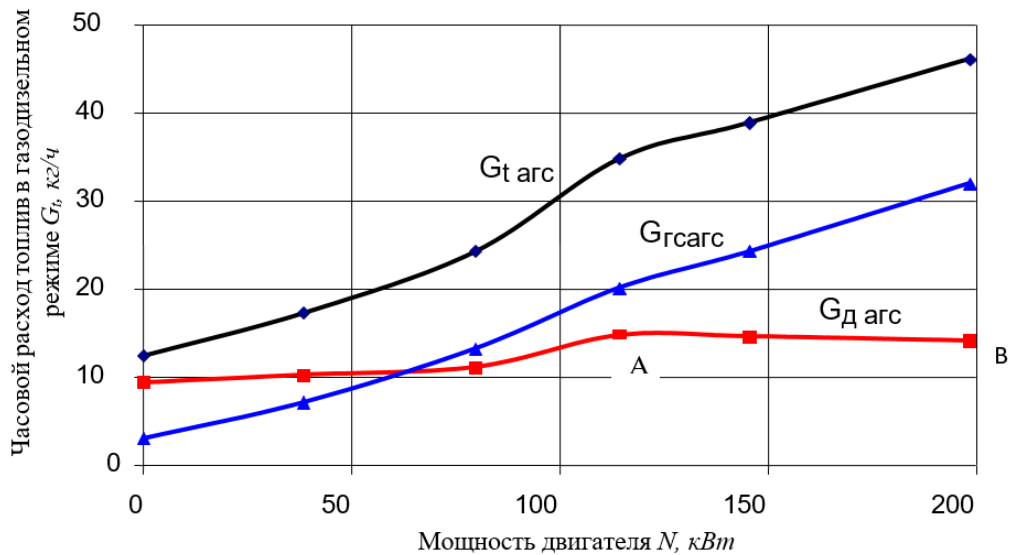
Полученные результаты показывают снижение общего расхода топлива, потребляемого двигателем. В большей степени это снижение связано с улучшением работы газового регулятора, что подтверждается уменьшением расхода газа в холостом режиме с  $G_{гсв}=13,2$  кг/ч до  $G_{гсв}=3$  кг/ч. Это явление помогает снизить выбросы СН и повысить эффективность использования топлива. Повышение эффективности газового регулятора и усовершенствование механизма ограничения запальной дозы позволило отказаться от ее увеличения, необходимой для поддержания мощности двигателя в точках характеристики с  $N=120...198$  кВт.

Оставляя абсолютную дозу воспламенения неизменной в этих точках (участок АВ, рисунок 3, а), внедряемая конструкция дополнительно увеличивает подачу газа. Так, например, в точке номинальной мощности расход газа для системы ВИМ-ВНИИГАЗ составил  $G_{гсв}=27,7$  кг/ч, а для внедряемой экспериментальной системы  $G_{гсв}=32$  кг/ч, что позволяет снизить расход дизельного топлива за счет его замещения газом.

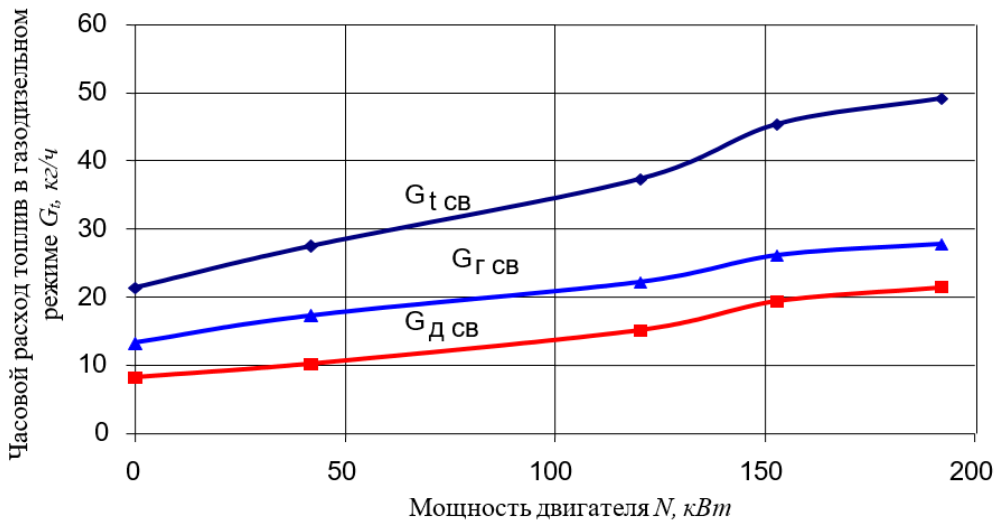
Для ответа на вопрос, насколько изменилась эффективность работы двигателя на выбранных режимах, построена зависимость эффективного КПД газодизеля  $\eta_e$  по нагрузочной характеристике. Для обработки экспериментальных данных указанной зависимости с помощью стандартного программного средства Statistica 6.0 для параметра  $\eta_e$ , внедряемой экспериментальной газодизельной системы, была рассчитана однофакторная математическая модель вида:

$$\eta_e = f(N) \tag{2}$$

где  $N$  – мощность на коленчатом валу газодизеля, кВт.



а



б

а – параметры внедряемой конструкции; б – параметры системы ВИМ-ВНИИГАЗ;  $G_t$  агс,  $G_g$  агс,  $G_d$  агс – часовой расход топлива в газодизельном режиме, газового топлива и дизельного топлива внедряемой конструкции, соответственно;  $G_t$  св,  $G_g$  св,  $G_d$  св – часовой расход топлива в газодизельном режиме, газового топлива и дизельного топлива системы ВИМ-ВНИИГАЗ, соответственно

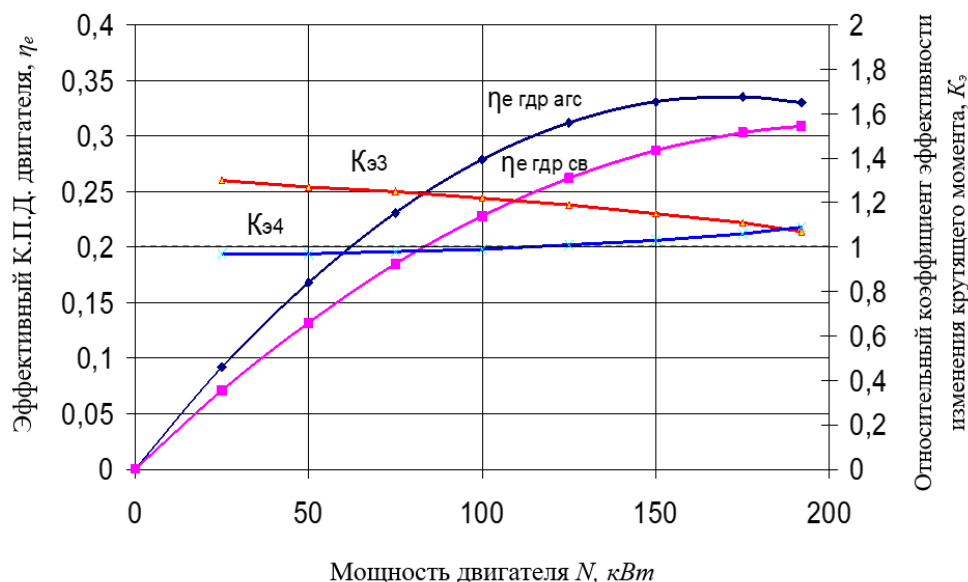
**Рис. 3 – Экспериментально определенный часовой массовый расход топлива в газодизельном режиме на частичных нагрузках**

Получено уравнение регрессии в натуральном виде:

$$\eta_e = 3,951 \cdot N_{гдр1} - 1,162 \cdot 10^{-5} \cdot N_{гдр1}^2 \quad (3)$$

Относительный КПД газодизельного режима КэЗ (рисунок 4) показывает увеличение эффективного КПД двигателя на 7...30 % при работе с экспериментальной конструкцией системы регулирования смеси во всем диапазоне изменения нагрузки  $K_{э4}$  показывает в диапазоне нагрузок  $N=0...120$  кВт КПД, близкий к дизельному процессу, с дальнейшим увеличением до 7 %.

Наличие возможности повышения эффективного коэффициента полезного действия до определенного значения подтверждается данными, которые были получены в результате проведения производственных испытаний. Для более полного анализа приведены аналогичные данные для существующей системы ВИМ-ВНИИГАЗ.



$\eta_{е\ гдр\ агс}$  и  $\eta_{е\ гдр\ св}$  – эффективный КПД экспериментальной системы регулирования и конструкции ВИМ-ВНИИГАЗ, соответственно;  $K_{э3}$  и  $K_{э4}$  – соответственно, относительные коэффициенты эффективности газодизельного режима экспериментальной системы в сравнении с режимами: газодизельным системы ВИМ-ВНИИГАЗ и дизельным

**Рис. 4 – Модели изменения эффективного КПД двигателя при изменении нагрузки на коленчатом валу**

Так как на эффективность рабочего процесса сгорания газодизеля влияние оказывают следующие параметры:

- частота вращения коленчатого вала двигателя, с зависимыми от нее избыточным давлением впрыска запальной дозы ДТ и интенсивностью процессов битопливного смесеобразования в камере сгорания;
- коэффициент наполнения;
- теплотворная способность смеси, определяющая коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  и скорость сгорания;
- относительная запальная доза ДТ, снижение которой ухудшает процесс, так как уменьшается продолжительность впрыска, увеличивается средний диаметр капель, уменьшается объем области инициализации процесса сгорания с  $0,35 < \alpha < 2,0$ ;
- степень гомогенности газо-воздушной смеси (для газодизеля с внешним смесеобразованием).

Эксплуатационные исследования проводились на таких технологических операциях, как дискование почвы со стерней кукурузы, предпосевная подготовка почвы, дискование стерни озимой пшеницы, вспашка и глубокое рыхление. Параметры почвообрабатывающих орудий и технологических модулей были зафиксированы и представлены в таблице 2.

Для чистоты проводимого эксперимента механизированные операции реализовывались в различных комбинациях технологических модулей и агрегатов (таблица 2). Для обработки почвенного покрова применялись современные разработки отечественных (дисковые бороны БДК-5,4, Б-7ТП, плуг ГРН-3) и импортных производителей (плуг «Fortschritt В-550»).

Анализ качества выполненных технологических операций показал, что наблюдалось соответствие агротехнических норм как при работе энергосредства в дизельном режиме, так и в газодизельном режиме. Однако затраты на топливо при выполнении технологических операций в газодизельном режиме работы, снизились на 31...39 %, в сравнении с дизельным режимом.

**Таблица 2 – Результаты эксплуатационных испытаний при проведении почвообрабатывающих операций**

Операции	Дискование стерни озимой пшеницы		Предпосевная подготовка		Вспашка		Дискование стерни кукурузы		Вспашка		Глубокое рыхление	
	К-701+БДК-6,4	К-701+АКМ-8	К-701+ПНЛ-8-40	К-701+Б-7Т	К-701+Fortschritt В-550	К-701+ГРН-3						
Режим работы двигателя	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	Диз.   ГД	
Коэффициент загрузки двигателя	0,93   0,92	0,92   0,93	0,87   0,90	0,85   0,8	0,95   0,90	0,74   0,83						
Средняя экспл. производительность	3,61		3,75		2,02		4,5		1,78		1,6	
Расход топлива	ДТ Кг/га	10,0   4,4	9,6   4,2	18,2   7,6	6,91   2,93	18,5   6,61	19,11   6,86					
	КПП Кг/га	-   5,9	-   5,2	-   10,1	-   3,94	-   11,67	-   11,45					
Снижение затрат на топливо %	-   31	-   33	-   34	-   33	-   38	-   39						

Проведение эксперимента осуществлялось на территории с развитой инфраструктурой заправочных газовых станций. Однако мы понимаем, что такая благоприятная ситуация с АГНКС не является повсеместной, поэтому мы считаем, что

вместо стационарных заправок могут использоваться различные способы доставки и обеспечения газовым топливом. Эффективность таких инфраструктурных решений требует отдельных исследований.

**Выводы.** Проведенные теоретические исследования были подтверждены в ходе сравнительных эксплуатационных испытаний тракторов. Применение усовершенствованной системы питания двигателя позволило обеспечить снижение расхода топлива на 31...39 %, в сравнении с дизельным режимом.

#### Библиография

1. Лебедев А.Т. Надежность и эффективность МТА при выполнении технологических процессов / А. Т. Лебедев, О. П. Наумов, Р. А. Магомедов, А. В. Захарин, П. А. Лебедев, Р. В. Павлюк. Ставрополь, 2015. 332 с.
2. Лебедев А.Т. Ресурсосберегающие направления повышения надежности и эффективности технологических процессов в АПК : Монография / А. Т. Лебедев. – Ставрополь, 2012. – 376 с.
3. Авсиевич А.В. Исследование газодизельной установки на базе двигателя Д-242 с системой топливоподдачи СЭРГ 500 / А. В. Авсиевич, А. Ю. Балакин, В. В. Авсиевич, Е. М. Плохов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 1 (79). С. 112–122.
4. Лебедев А.Т. Снижение выбросов углекислого газа дизельной техники при выполнении технологических операций / А. Т. Лебедев, А. В. Захарин, П. А. Лебедев, Р. В. Павлюк, Н. А. Мар'ин // Наука в центральной России. 2018. № 2 (32). С. 60–68.
5. Jung W., Liu J., Ulishney C.J., Dumitrescu C.E. Optical and Numerical Investigation of Flame Propagation in a Heavy Duty Spark Ignited Natural Gas Engine with a Bowl-in-Piston Chamber (2022) Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 144 (11), статья № 4055454.
6. Muratov A.V., Lyashenko, V.V. Design Features of Switching Diesel Engines to the Gas-Diesel Operation Using Natural Gas as a Fuel (2023) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 60–67.
7. Mytrofanov O., Proskurin A., Poznanskyi A. Analysis of the piston engine operation on ethanol with the synthesis-gas additives (2018) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1-94), pp. 6–11.
8. Lv Z., Wu L., Ma C., Sun L., Peng J., Yang L., Wei N., Zhang Q., Mao H. Comparison of CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and VOCs emissions between CNG and E10 fueled light-duty vehicles. (2023) Science of the Total Environment, 858, статья № 159966.
9. Kryshopta S., Panchuk M., Kozak F., Dolishnii B., Myktyii I., Skalatska O. Fuel economy raising of alternative fuel converted diesel engines (2018) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (8-94), pp. 6–13.
10. Increasing life of plunger pairs of diesel engines / А. Т. Лебедев, Р. А. Лебедев, Р. В. Павлюк, В. Н. Кurochkin, А. А. Seregin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Т. 9. № 6. С. 726–730.
11. Пат. 2362026 Российская Федерация, F02B 43/00, F02D 41/00. Корректор подачи дизельного топлива [Текст] / О. Л. Наумов, А. Т. Лебедев [и др.]. – №2007149014/06; заявл. 25.12.2007; опубл. 20.07.2009. Бюл. № 20. – 10 с.
12. Наумов О.П. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов на операциях обработки почвы газодизельными энергосредствами (на примере трактора К-701). Дисс. ... канд. тех наук., Ставропольский ГАУ. – Ставрополь, 2010. – 164 с.

#### References

1. Lebedev A.T. Nadezhnost' i effektivnost' MTA pri vypolnenii tekhnologicheskikh processov [Reliability and efficiency of MTA in the implementation of technological processes] / A. T. Lebedev, O. P. Naumov, R. A. Magomedov, A. V. Zaharin, P. A. Lebedev, R. V. Pavlyuk. Stavropol', 2015. 332 s.
2. Lebedev A.T. Resursosberegayushchie napravleniya povysheniya nadezhnosti i effektivnosti tekhnologicheskikh processov v APK : Monografiya [Resource-saving directions for improving the reliability and efficiency of technological processes in the agro-industrial complex : Monograph] / A. T. Lebedev. – Stavropol', 2012. – 376 s.
3. Avsievich A.V. Issledovanie gazodizel'noj ustanovki na baze dvigatelya D-242 s sistemoy toplivopodachi SERG 500 [Investigation of a gas-diesel installation based on the D-242 engine with a SERG 500 fuel supply system] / A. V. Avsievich, A. Yu. Balakin, V. V. Avsievich, E. M. Plohov // Vestnik transporta Povolzh'ya. 2020. № 1 (79). S. 112–122.
4. Lebedev A.T. Snizhenie vybrosov uglekislogo gaza dizel'noj tekhniki pri vypolnenii tekhnologicheskikh operacij [Reduction of carbon dioxide emissions of diesel equipment during technological operations] / A. T. Lebedev, A. V. Zaharin, P. A. Lebedev, R. V. Pavlyuk, N. A. Mar'in // Nauka v central'noj Rossii. 2018. № 2 (32). S. 60–68.
5. Jung W., Liu J., Ulishney C.J., Dumitrescu C.E. Optical and Numerical Investigation of Flame Propagation in a Heavy Duty Spark Ignited Natural Gas Engine with a Bowl-in-Piston Chamber [Optical and Numerical Investigation of Flame Propagation in a Heavy Duty Spark Ignited Natural Gas Engine with a Bowl-in-Piston Chamber] (2022) Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 144 (11), stat'ya № 4055454.
6. Muratov A.V., Lyashenko V.V. Design Features of Switching Diesel Engines to the Gas-Diesel Operation Using Natural Gas as a Fuel [Design Features of Switching Diesel Engines to the Gas-Diesel Operation Using Natural Gas as a Fuel] (2023) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 60–67.
7. Mytrofanov O., Proskurin A., Poznanskyi A. Analysis of the piston engine operation on ethanol with the synthesis-gas additives [Analysis of the piston engine operation on ethanol with the synthesis-gas additives] (2018) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (1-94), pp. 6–11.
8. Lv Z., Wu L., Ma C., Sun L., Peng J., Yang L., Wei N., Zhang Q., Mao H. Comparison of CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and VOCs emissions between CNG and E10 fueled light-duty vehicles [Comparison of CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and VOCs emissions between CNG and E10 fueled light-duty vehicles] (2023) Science of the Total Environment, 858, stat'ya № 159966.
9. Kryshopta S., Panchuk M., Kozak F., Dolishnii B., Myktyii I., Skalatska O. Fuel economy raising of alternative fuel converted diesel engines [Fuel economy raising of alternative fuel converted diesel engines] (2018) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (8-94), pp. 6–13.
10. Increasing life of plunger pairs of diesel engines [Increasing life of plunger pairs of diesel engines] / А. Т. Лебедев, Р. А. Лебедев, Р. В. Павлюк, В. Н. Кurochkin, А. А. Seregin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Т. 9. № 6. С. 726–730.
11. Patent 2362026 Rossijskaya Federaciya, F02B 43/00, F02D 41/00. Korrektor podachi dizel'nogo topliva [Diesel fuel supply corrector] / O. L. Naumov, A. T. Lebedev [i dr.]. – Zayavka №2007149014/06, zayavl. 25.12.2007; opubl. 20.07.2009 Byul. № 20.



12. Naumov O.P. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mashinno-traktornyh agregatov na operatsiyah obrabotki pochvy gazodizel'nymi energosredstvami (na primere traktora K-701) [Increasing the efficiency of the use of machine-tractor units in soil tillage operations with gas-diesel power means (using the example of the K-701 tractor)]. Diss. ... kand. tekhn. nauk., Stavropol'skij GAU. – Stavropol', 2010. – 164 s.

#### Сведения об авторах

Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова», ул. Пушкина, д. 11, г. Элиста, Республика Калмыкия, Россия, 358000, тел. +7 (84722) 5-08-10, e-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Лебедев Павел Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край, Россия, 355035, тел. +7 (8652) 35-22-82, e-mail: zoya\_lebedeva@mail.ru.

Павлюк Роман Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край, Россия, 355035, тел. +7 (8652) 35-22-82, e-mail: roman\_pavlyuk\_v@mail.ru.

Захарин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край, Россия, 355035, тел. +7 (8652) 35-22-82, e-mail: anton-zaharin@mail.ru.

#### Information about authors

Lebedev Anatoly Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Scientific Officer, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov», Pushkin str., 11, Elista, Republic of Kalmykia, Russia, 358000, tel. +7 (84722) 5-08-10, e-mail: lebedev.1962@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», trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory, Russia, 355017, tel. +7 (8652) 35-22-82, e-mail: zoya\_lebedeva@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», trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory, Russia, 355017, tel. +7 (8652) 35-22-82, 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», trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory, Russia, 355017, tel. +7 (8652) 35-22-82, e-mail: anton-zaharin@mail.ru.

УДК 664.724

О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова, К.В. Казаков

### АЭРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

**Аннотация.** Одной из основных причин потерь зерна при хранении, которые в среднем достигают 2...4 %, а в ряде случаев и значительно выше, является повышение температуры в массе, возникающей от ее самосогревания, в виду протекания естественных процессов жизнедеятельности (дыхания, прорастания и т.д.), что приводит как к потерям массы заложенной на хранения партии, так и к снижению качественных показателей. Одним из эффективных способов снижения температуры зерновой массы выступает охлаждение потоком воздуха (аэрацией). В специализированных зернохранилищах данная операция как правило автоматизирована, для внутрихозяйственных напольных хранилищ проблема аэрации участков зернового бурта, подверженного самосогреванию, в полном объеме не решена. На основании анализа основных видов потерь зерна выработаны мероприятия по их предупреждению, составлена перспективная технология закладки и хранения зерна. Произведя анализ известных технических средств для аэрации зерна, предложена установка, совмещающая достоинства стационарных и переносных аэраторов и снижающая присущие им недостатки. Установка включает в себя вентиляционную систему и переносные четырехсекционные аэрационные колоны, связанные между собой воздушными рукавами. Оригинальность аэрационных колон заключается в унификации их частей и возможности подачи воздуха в конкретный слой зерновой массы. В статье приведены теоретические основы по определению объема зернохранилища, конструктивно-режимных параметров предложенной аэрационной установки: для зернохранилища объемом 1000 т при условии самосогревания 2/3 объема массы удельное количество воздуха, необходимое для удаления избыточного тепла, составляет 1650...1690 м<sup>3</sup>/т, объем подаваемого воздуха – 900 000 м<sup>3</sup>, время аэрации – 25...33 ч, диаметр воздушных рукавов – 150 мм, шаг расстановки колон – 3 м, крутящий момент, который необходимо приложить для вкручивания аэрационной колоны в зерновую насыпь – около 670 Н·м. Получена зависимость равновесной влажности от температуры и относительной влажности воздуха при аэрации зерна пшеницы.

**Ключевые слова:** зерно, хранение, аэрация, температура, самосогревание, аэрационная колона.

### AERATION PLANT FOR GRANARIES

**Abstract.** One of the main causes of grain losses during storage, which on average reach 2...4 %, and in some cases significantly higher, is an increase in temperature in the mass arising from its self-heating, in view of the course of natural processes of vital activity (respiration, germination, etc.), which leads to both loss of mass stored in storage the party, and to a decrease in quality indicators. One of the effective ways to reduce the temperature of the grain mass is cooling by air flow (aeration). In specialized granaries, this operation is usually automated, for on-farm floor storages, the problem of aeration of grain burt sections subject to self-heating has not been fully solved. Based on the analysis of the main types of grain losses, measures have been developed to prevent them, and a promising technology for laying and storing grain has been compiled. After analyzing the known technical means for grain aeration, an installation is proposed that combines the advantages of stationary and portable aerators and reduces their inherent disadvantages. The installation includes a ventilation system and portable four-section aeration columns connected by air hoses. The originality of aeration columns lies in the infection of their parts and the possibility of air supply to a specific layer of grain mass. The article presents the theoretical foundations for determining the volume of granaries, the design and operating parameters of the proposed aeration plant: for a granary with a volume of 1000 tons, subject to self-heating of 2/3 of the mass volume, the specific amount of air required to remove excess heat is 1650...1690 m<sup>3</sup>/t, the volume of supplied air is 900,000 m<sup>3</sup>, aeration time is 25...33 h, the diameter of the air sleeves – 150 mm, column spacing – 3 m, the torque that must be applied to screw the aeration column into the grain mound is about 670 N · m. The dependence of the equilibrium humidity on the temperature and relative humidity of the air during aeration of wheat grain is obtained.

**Keywords:** grain, storage, aeration, temperature, self-heating, aeration column.

**Введение.** Российская Федерация является одним из крупнейших производителей зерновых культур, доля производства зерна которой составляет более 4 % в мировом аграрном секторе, занимая четвертое место по производству основного зерна – пшеницы (более 10 %), второе место по ячменю, овсу и ржи. В структуре отечественного рынка зерновых около 65 % занимают пшеница и тритикале, около 16 % – ячмень, около 10 % – зерно кукурузы и 2...3 % овса и ржи.

Стоимость зерна в течение года – дискретная величина, зависящая от целого ряда факторов, начиная от погодных условий, общей урожайности по стране и заканчивая экспортной ценой, но как правило закупочная стоимость зерновых в период уборки значительно ниже, чем в течение оставшегося года, особенно в доуборочный период. С учетом сказанного напрашивается вывод о том, что целесообразно производить продажу зерна не «с комбайна», а в течение года. При этом возникает задача по сохранению убранного урожая, т.е. возникает необходимость в хранении зерна и в доведении его до более высокой категории за счет проведения комплекса первичной обработки.

Для хранения зерна используют различные типы хранилищ, выбор которых определяет хозяйственное использование зерна и длительность хранения. По производственному назначению различают внутрихозяйственные, перевалочные, производственные и фондовые зернохранилища, а также базисные зерноприемные пункты. По способу хранения различают напольные хранилища, зерносклады, зерновые силосы и полимерные рукава. Хранение зерна осуществляют сухим, охлажденным и анаэробным способами, а также с использованием метода химического консервирования.

Специалистам известно, что при хранении зерна возможны потери, достигающие в среднем 2...4 % от заложенной массы (в отдельных случаях данный показатель может быть значительно выше) [1]. Одной из основных причин потерь зерна при хранении является повышение температуры в массе, возникающей от ее самосогревания, в виду протекания естественных процессов жизнедеятельности (дыхания, прорастания и т.д.) и низкой теплопроводностью зернового бурта, что приводит как к потерям массы заложенной на хранение партии, так и к снижению качественных показателей, регламентированных ГОСТами, ТУ и другими нормативными документами. Рассмотрев основные физико-механические свойства зерна и зернового бурта, которые следует учитывать при хранении установлено, что закладку хранилищ следует производить

зерном влажностью менее критического порога (13...16 % в зависимости от вида зерна), имеющего оптимальную температуру (зависящую от влажности), исключив или снизив эффект самосортирования.

Суть операций по предупреждению негативного эффекта от самосогревания сводится к охлаждению очагов с повышенной температурой. При незначительных повышениях температуры (на 1...3 °С) в случае своевременного выявления очага самосогревания проводится операция аэрации (вентилирование всего хранилища или выявленного участка). В специализированных зернохранилищах данная операция как правило автоматизирована, для внутрихозяйственных напольных хранилищ проблема аэрации участков зернового бурта, подверженного самосогреванию в полном объеме не решена.

Таким образом, разработка эффективной аэрационной установки для зерна для небольших по объему зернохранилищ является перспективным направлением.

**Объект и методы исследований.** Объект исследования – аэрационная установка для напольных зернохранилищ объемом до 10000 т. Предметом исследования выступает конструкция и рабочий процесс аэрационной установки, включающей вентиляционную систему и переносные многосекционные аэрационные колоны, связанные между собой воздушными рукавами. Цель работы – разработка конструкции аэрационной установки для зернохранилищ и обоснование ее основных конструктивно-режимных параметров.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Качество зерна – основной показатель, определяющий его рыночную стоимость, зависящий как от вида культуры, так и от потребительских свойств и хозяйственного назначения (семенной материал, товарное зерно, зернофураж и т.д.) [2]. Основные показатели качества зерна – его тип, органолептические свойства, влажность, массовая доля белка, количество клейковины, засоренность, зараженность насекомыми вредителями, крупность и полновесность, стекловидность и др.

Выбор способа хранения зерна определяется исходя из двух основных показателей – хозяйственное использование и заданная длительность хранения [3]. По производственному назначению различают следующие типы зернохранилищ: внутрихозяйственные и перевалочные (служат для непродолжительного хранения собранного урожая перед реализацией), базисные зерноприемные пункты (служат для накопления партий зерна, поступающих от оптовых посредников или от зернопроизводящих хозяйств с последующей обработкой до требуемых качественных показателей), производственные (служат для хранения объема зерна внутри перерабатывающих производств) и фондовые (служат для длительного хранения зерна, прошедшего дополнительную обработку). По способу хранения выделяют следующие виды зернохранилищ: напольные (для хранения зерна насыпью), зерносклады (для хранения зерна в таре), силосные и полимерные рукава.

В период хранения зерна в нем постоянно протекают биологические и биохимические процессы, оказывающие решающее влияние на потери, сохранение качества и длительность хранения [4]. Для обеспечения длительного хранения зерна, особенно используемого для посева, важнейшим условием выступает обеспечение указанных процессов в состоянии покоя, т.е. при исключении условий дыхания и прорастания зерен, происходящих при их контакте с кислородом и влагой. Обеспечить стабилизацию или полное исключение процессов жизнедеятельности практически не представляется возможным (исключением является применение хранилищ с разряженной средой или заполненной инертными газами, т.е. достаточно дорогостоящих).

Основные физико-механические свойства зерна, учитываемых при хранении – влажность (для большинства культур критический порог влажности перед закладкой на хранение лежит в интервале 13...16 %), относительная влажность воздуха в хранилище (оптимальная в пределах 60...70 %), сыпучесть или угол естественного откоса (для зерновых составляет 23...38°), скважистость для зерновых в среднем 35...65 %), теплопроводность (для большинства зерновых составляет 0,1...0,2 Ккал), температура и другие. Малая теплопроводность делает зерновой бурт термоинертным, т.е. перенос тепла между слоями происходит медленно, но тем не менее перепад температур приводит к конденсированию влаги, что может вызвать эффект самосогревания. При хранении зерна тепло переносится в воздушном слое между зернами за счет конвекции, а также между соприкасающимися зернами и зернами с элементами хранилищ и технологического оборудования.

Выделяют два основных вида потерь зерна при хранении – массовые и качественные, основные причины которых приведены на рисунке 1 [1].



Рис. 1 – Виды потерь зерна

Кроме рассмотренных потерь при хранении зерна неизбежны и естественные потери (естественная убыль), вызванные снижением влажности. Так, для зерна пшеницы при хранении в течении трех месяцев естественная убыль при использовании напольных хранилищ составляет 0,06...0,08 %, для зерноскладов при хранении в таре – 0,03...0,05 %, для хозяйственных и производственных металлических силосных хранилищ – 0,04...0,06 %, для фондовых силосных хранилищ – 0,03...0,04 %, для бетонных элеваторов – 0,04...0,05 % и для приспособленных площадок (навесов) – 0,11...0,13 % [5].

Самосогревание зерна – одна из основных проблем, приводящая к потерям зерна при хранении, обусловленная резким повышением температуры слоев зерна, вызванное протеканием естественных процессов жизнедеятельности и низкой теплопроводностью зернового бурта. Контроль температуры зерна – операция, которую необходимо производить регулярно (для больших зернохранилищ – каждые 3...5 дней, для малых хранилищ – каждые 12...15 дней). Температуру в зерновом бурте измеряют посредством электронных, спиртовых или ртутных термометров, оборудованных термоштангами [6].

При самосогревании температура на отдельных участках хранилищ может вырасти до 55...65 °С, в случае непринятия неотложных мер – до 70...75 °С, при этом распространение тепла по всему хранилищу происходит нарастающими (лавинообразными) темпами (повышение тепла приводит к выходу связанной в зерне влаги, что способствует к началу его дыхания с выделением нового тепла которое из-за плохой теплопроводности не выводится и процесс за циклируется) [7]. Нахождение зерна при температуре более 60 °С приводит к потере качественных показателей вплоть до полной порчи, когда зерно становится непригодным даже в качестве зернофуража.

Классификация видов самосогревания зерна приведена на рисунке 2.

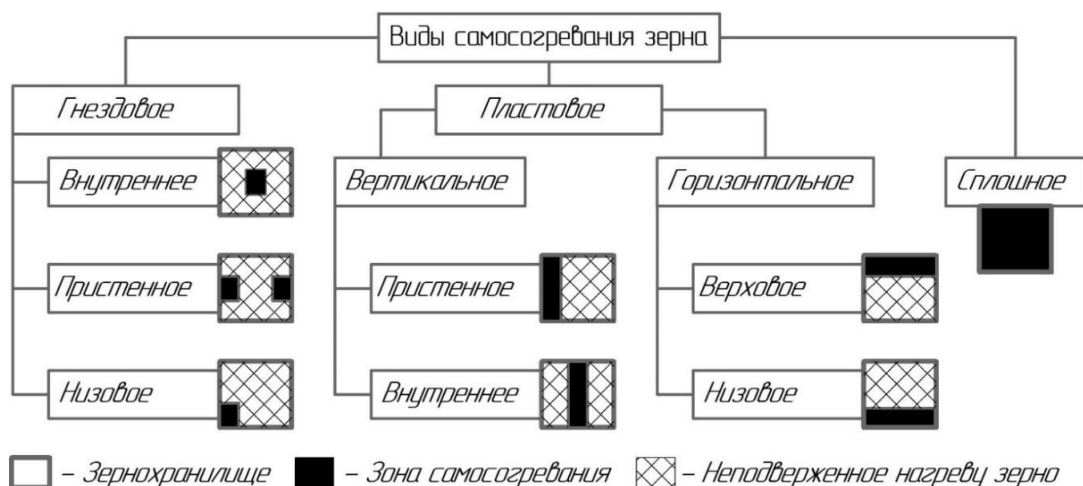


Рис. 2 – Классификация видов самосогревания зерна

Суть операций по предупреждению негативного эффекта от самосогревания сводится к охлаждению очагов с повышенной температурой. При незначительных повышениях температуры (на 1...3 °С) в случае своевременного выявления очага самосогревания проводится операция аэрации (вентилирование всего хранилища или выявленного участка). При верховых случаях пластового или гнездового самосогревания и незначительных подъемах температуры можно произвести операцию перекидывания при помощи машин для перелопачивания зерна, очистителями вороха типа ОВС, зернометательными установками [8].

Эффект от аэрации происходит за счет выноса избыточной влаги через полости в зерновом бурте, что способствует просушиванию массы. Кроме того, при пропускании воздуха температурой ниже зерна происходит и дополнительное охлаждение. Выбор технологии аэрирования зависит от типа зернохранилища, формы самосогревания, температур зерна и продуваемого воздуха.

На основании анализа литературных источников и собственного опыта предлагается следующая технология закладки и хранения зерна в напольных зернохранилищах объемом до 10 000 т (таблица 1).

Таблица 1 – Технология закладки и хранения зерна

Технологический этап	Наименование операции	Оборудование и основные требования
Подготовка зернохранилища	Очистка хранилища	Удаление загрязнений – ручной инструмент, трактор с щеткой; обмыв – мойка высокого давления
	Борьба с грызунами	При обнаружении ручная заделка нор цементно-стекляной смесью; просыпка родентицида вдоль стен за отбойными щитами
	Дезинсекция	Ранцевый или машинный опрыскиватель-воздуходувка; препараты на основе соединений фосфида водорода с металлами
Подготовка зерна	Предварительная очистка	Агрегат для очистки зернового вороха; требования: максимальные потери зерна в отходах – 0,05 %, допустимое дробление – 0,1 %, минимальная полнота выделения сорной примеси – 50 %
	Сушка	Шахтная или барабанная зерносушилка; требования: влажность зерна на выходе – 14 %, температура не более 10 °С от температуры окружающей среды
	Первичная очистка	Воздушно-ситовой сепаратор; требования: максимальный потери зерна в фуражном сходе и отходах – 1,5 % и 0,05 % соответственно, допустимое дробление – 0,1 %

Продолжение таблицы 1

	Заключительная очистка (при закладке семенного зерна)	Зерноочистительная машина; требования: количество полноценных семян в отходах – не более 1 %, общее дробление семян – не более 1 %
Закладка хранилища	Доставка	Самосвальный грузовой автотранспорт, выгрузка внутри хранилища или на подготовленной площадке перед ним
	Укладка	Зернометатель
	Прокладка технологических настилов	В процессе закладки зерна по центральной оси хранилища укладывается технологический настил в виде деревянного щита шириной 0,75 м
Контроль при хранении	Контроль температуры	Термоштанга, точки замера – через 1,5...2 м по обе стороны от технологического настила чередуя удаленность от оси хранилища; периодичность – один раз в 7...10 дней
	Контроль влажности	Психрометр в трех местах хранилища (у торцов и по середине); периодичность – один раз в 7...10 дней
Контроль при хранении	Контроль пораженности	Визуально путем отбора 5...10 проб в разных точках хранилища и контроля наличия вредителей и грибковых проявлений; периодичность – один раз в 7...10 дней
Действия при обнаружении самосогревания	Гнездовое самосогревание	Установка аэрационной колоны в точке самосогревания, подключение вентиляционной системы, аэрация до падения температуры и влажности до заданных значений
	Пластовое самосогревание	Установка аэрационных колон через 2,5...3 м вдоль пласта самосогревания, подключение вентиляционной системы, аэрация до падения температуры и влажности до заданных значений
	Сплошное самосогревание	Установка аэрационных колон через 2,5...3 м в шахматном порядке по всей площади хранилища, подключение вентиляционной системы, аэрация до падения температуры и влажности до заданных значений
	При неэффективности мероприятий аэрации	Выемка зерна – сушка – охлаждение
Выгрузка	Разгрузка хранилища	Погрузчик с зерновым ковшом

Для аэрации зерна в напольных хранилищах применяют различные технологии и установки, среди которых наиболее распространены следующие [9]:

- аэрация с использованием деревянных щитов. Подразумевает прокладку перед загрузкой по основанию хранилища деревянных щитов, выполненных из балок, на которых с перекрытием закреплены несколько слоев настила с определенным зазором. Аэрация обеспечивается за счет продувания воздуха по основанию хранилища, который проникает в зазоры настила, отводит избыток влаги и охлаждает зерно;

- вентиляция с использованием аэрожелобов подразумевает прокладку перед загрузкой по основанию хранилища специальных аэрожелобов с отверстиями. Аэрация обеспечивается за счет продувания воздуха по аэрожелобам, который выходит из отверстий и проходит через слой зерна;

- аэрационная система для зерноскладов типа «Воронка» представляет собой смонтированную за пределами хранилища вентиляционную установку, соединенную с магистральными трубопроводами, подвешенными под потолком хранилища, от которых на расстоянии 3...3,5 м опущены вертикальные отводы, заканчивающиеся специальными воронками, помещенными внутрь зерновой насыпи и через которые подается воздух под давлением;

- трубчатые переносные аэраторы применяют в небольших зернохранилищах, а также в зерноскладах для подавления очаговых проявлений самосогревания. Недостатки конструкции – большая масса и необходимость в приложении значительных усилий для вкручивания аэрационной трубы аэратора в слой зерна.

Рассмотрев технические решения устройств для аэрации зерна, которые можно использовать в зернохранилищах внутрихозяйственного и перевалочного назначений выявлены их основные недостатки: для переносных устройств – высокие трудозатраты на закручивание аэрационных колон в зерновой бурт (необходимость в привлечении двух человек в виду высокой массы аэраторов, оборудованных вентилятором), особенно на глубину свыше 2,5 м; для стационарных устройств – сложность и травмоопасность при расстановке аэрационных колон перед засыпкой насыпи (необходимость в привлечении вспомогательных устройств для фиксации колон), затруднения при работе мобильных устройств для загрузки и выгрузки зерна, низкая технологическая и энергетическая эффективность в виду аэрации массы по всей высоте насыпи, а не в конкретной точке, где наблюдается эффект самосогревания.

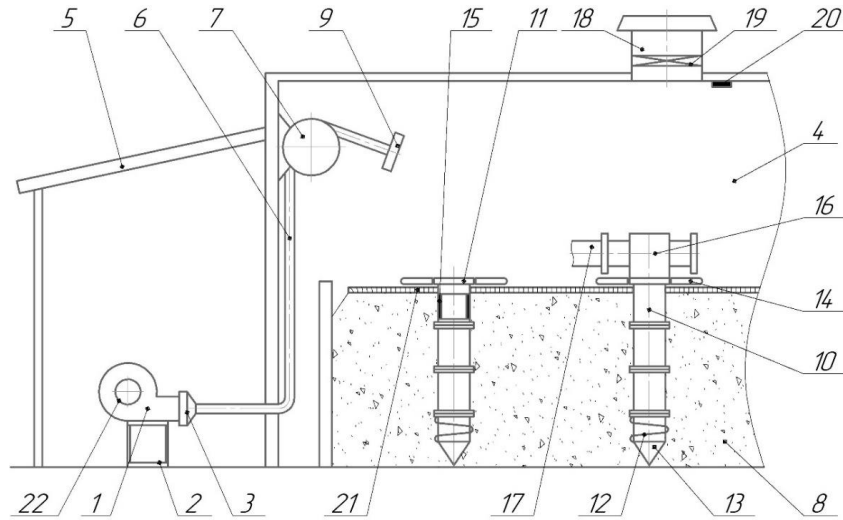
Для исключения вышеуказанных недостатков предлагается для проведения аэрации зерна совместить достоинства стационарных и переносных аэраторов, снизив присущие им недостатки.

Предлагаемая аэрационная система для зерна включает в себя вентиляционную установку, оснащенную радиальным вентилятором 1 (рисунок 3) смонтированную на раме 2, оснащенную переходным фланцем 3, установленном на нагнетательном патрубке (для перехода под патрубок круглого сечения). Вентиляционная установка монтируется с наружной стороны зерносклада 4 под навесом 5. К переходному фланцу 3 подключается воздушный рукав 6 намотанный на катушку для шлангов 7, закрепленную в торцевой стене зерносклада 4 выше уровня закладки зерновой насыпи 8. Свободный конец воздушного рукава 6 оснащен фланцем 9.

Для вентиляции зерновой насыпи 8 предусмотрены переносные аэрационные колоны 10, представляющие собой четырехсекционную конструкцию, соединяемые между собой посредством фланцев 11 (четыре секции высотой 75 см каждая), унифицированных с фланцем 9 воздушного рукава 6. Нижняя часть аэрационных колон 10 имеет навивку 12 и конус 13 для вкручивания в зерновую насыпь. Все секции аэрационных колон 10 выполнены перфорированными, причем размер перфораций меньше среднего размера зерна. Для вкручивания секций аэрационных колон 10 на их верхней части приварены гайки, в которые вкручиваются рукоятки 14. Для создания направленного воздушного потока по секциям аэрационных колон

10 предусмотрена возможность перекрытия перфорации путем вставки внутрь колоны сплошных втулок 15, фиксирующихся на определенной высоте.

Для подключения нескольких аэрационных колон 10 к системе вентиляции предусмотрен переходник 16, унифицированный с фланцами 9 и 11 к которому подключают дополнительные воздушные рукава 17.



- 1, 19 – вентиляторы; 2 – рама; 3 – переходной фланец; 4 – зерносклад; 5 – навес; 6, 17 – воздушные рукава; 7 – катушка для шлангов; 8 – зерновая насыпь; 9, 11 – соединительные фланцы; 10 – колона аэрационная; 12 – навивка; 13 – конус; 14 – рукоятки; 15 – втулка; 16 – переходник; 18 – вытяжная шахта; 20 – датчик влажности; 21 – настил; 22 – всасывающий отвод

Рис. 3 – Схема предложенной аэрационной установки для зерна

Для отвода конденсированной влаги из зернохранилища 4 в крыше смонтированы автоматические вытяжные колоны 18, оборудованные вентиляторами 19, подключаемые к электронным датчикам влажности 20.

Принцип работы, предложенной аэрационной установки для зерна заключается в следующем. Рабочий перемещаясь по технологическому настилу 21 производит контроль температуры насыпи в двадцати двух точках по обе стороны насыпи через 1,5...2,5 м на разной удаленности от настила 21 на различной глубине насыпи (в основании, в середине и на глубине 30 см от верха) посредством термоштанги. При выявлении гнездового самосогревания в данную точку насыпи 8 вкручивается нижняя секция аэрационной колоны 10 вручную посредством рукояток 14. В случае очага самосогревания ниже высоты нижней части аэрационной колоны 10 к ней посредством фланцев 11 добавляется следующая ступень, переставляются рукоятки 14 в гайках и процесс закручивания повторяется. Закрутив аэрационную колоны 10 к фланцу 11 фланцем 9 подключается воздушный рукав 6, отмотанный с катушки 7 и включается вентилятор 1. При необходимости одна или несколько секций аэрационной колоны 10 может быть перекрыта втулками 15, направив тем самым воздушный поток в точно заданную зону. Завершив вентиляцию аэрационная колоны 10 извлекается в обратной последовательности.

При выявлении пластового самосогревания в насыпь 8 устанавливается несколько аэрационных колон 10 через 2,5...3 м в шахматном порядке вдоль пласта самосогревания по вышеописанной методике. Подключение аэрационных колон 10 к воздушному рукаву 6 вентиляционной установки осуществляется через переходники 16 и дополнительные воздушные рукава 17.

Проводя аэрацию при высокой влажности наружного окружающего воздуха, вентиляционную установку переводят на режим всасывания, для чего воздушный рукав 6 отсоединяется от фланца 3, установленного на нагнетательном выходе вентилятора 1 и переставляется на всасывающий отвод 22.

При использовании напольного зернохранилища арочного типа длиной  $L_x$  (рисунок 4), шириной  $B_x$  и высотой  $H_x$  его объем можно рассчитать по формуле [10]:

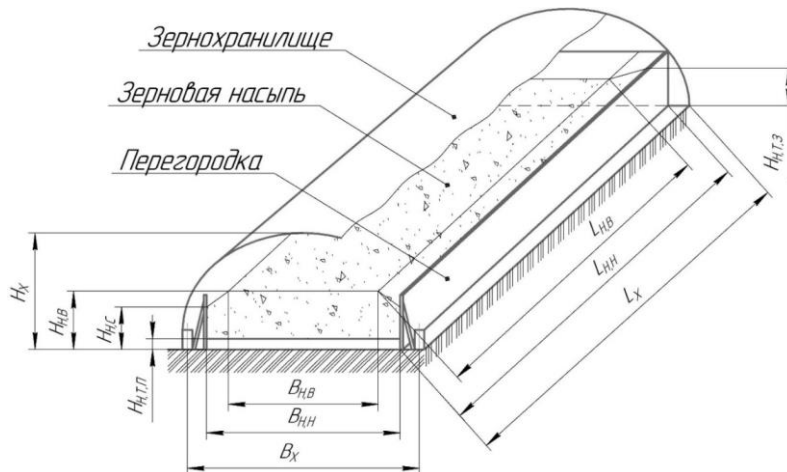


Рис. 4 – Схема зернохранилища

$$V_X = \left[ L_{H.H} \cdot B_{H.H} \cdot H_{H.C} + \left( \frac{L_{H.H} + L_{H.B}}{2} \right) \cdot \left( \frac{B_{H.H} + B_{H.B}}{2} \right) \cdot (H_{H.B} + H_{H.C}) \right] \cdot \rho_3, \quad (1)$$

где  $L_{H.B}$ ,  $L_{H.H}$  – длина насыпи зерна соответственно в верхней и нижней части, м;  $B_{H.B}$ ,  $B_{H.H}$  – ширина насыпи зерна соответственно в верхней и нижней части, м;  $H_{H.B}$ ,  $H_{H.C}$  – высота насыпи зерна соответственно в верхней части и у перегородки, м;  $\rho_3$  – насыпная плотность зерна, т/м<sup>3</sup>.

Длина верхней части зерновой насыпи в хранилище составляет:

$$L_{H.B} = L_{H.H} - 2 \cdot (H_{H.B} - H_{H.C}) \cdot ctg\varphi, \quad (2)$$

где  $\varphi$  – угол естественного откоса, град.

Ширина зерновой насыпи в хранилище определяется по выражению:

$$B_{H.B} = B_{H.H} - \left[ (H_{H.B} - H_{H.T.3}) + (H_{H.B} - H_{H.T.П}) \right] \cdot ctg\varphi, \quad (3)$$

где  $H_{H.T.П}$ ,  $H_{H.T.3}$  – высота насыпи зерна соответственно вдоль передней и задней торцевой стенки хранилища, м.

Для определения удельного количества воздуха, необходимого для удаления избыточного тепла, выделяющегося при самосогревании одной тонны зерна, можно воспользоваться выражением [11]:

$$W_{B.Y} = 1000 \cdot \frac{C_3 \cdot (T_H - T_O)}{C_B \cdot (T_H - T_O)} = 1000 \cdot \frac{C_3}{C_B}, \quad (4)$$

где  $C_3$  – удельная теплоемкость зерна, Дж/(кг·К);

$T_H$  – температура нагретого зерна в результате самосогревания, °С;

$T_O$  – температура, до которой необходимо охладить зерно аэрацией, °С;

$C_B$  – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К).

Количество воздуха, которое необходимо подать в зернохранилище для устранения эффекта самосогревания, составляет:

$$W_B = W_{B.Y} \cdot M_{H.3}, \quad (5)$$

где  $M_{H.3}$  – масса зерна подверженного самосогреванию при хранении, т.

Время, затрачиваемое на аэрацию зерна, подверженного самосогреванию, составляет [12]:

$$T_A = \frac{W_B}{W_{П} \cdot N_B}, \quad (6)$$

где  $W_{П}$  – часовая подача вентиляционной установки, м<sup>3</sup>/ч;  $N_B$  – количество вентиляционных установок в зернохранилище, шт.

Диаметр воздушных рукавов для подачи воздуха к аэрационным колоннам определяется по формуле:

$$d_6 = \sqrt{\frac{4 \cdot W_{П}}{3600 \cdot \pi \cdot g_6}}, \quad (7)$$

где  $g_6$  – скорость воздуха, м/с.

Минимальный шаг расстановки аэрационных колонн для проведения аэрации при пластовом самосогревании зерновой насыпи должен составлять:

$$h = \frac{\Delta_n}{g \cdot K_{П} \cdot g_6^k}, \quad (8)$$

где  $\Delta_n$  – потери напора воздуха при прохождении через зерновую насыпь, Па;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $K_{П}$  – эмпирический коэффициент потерь, зависящий от типа зернохранилища;  $k$  – показатель степени, зависящий от скорости воздушного потока.

Крутящий момент, который необходимо приложить для вкручивания аэрационной колонны в зерновую насыпь составляет:

$$T = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n}, \quad (9)$$

где  $P$  – мощность, прилагаемая при вкручивании колонны, Вт;  $n$  – частота вращения при вкручивании аспирационной колонны в слой зерна, мин<sup>-1</sup>.

Мощность, прилагаемая при вкручивании аспирационной колонны определяется по выражению:

$$P = \frac{K_3 \cdot Q_{Ш} \cdot (L_{Ш} \cdot K_T + H_{П}) + 0,02 \cdot K_M \cdot 0,8 \cdot D_{Ш} \cdot N_{Ш} \cdot L_{Ш}}{367}, \quad (10)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса мощности;  $Q_{Ш}$  – производительность шнековой части колонны, т/ч;  $L_{Ш}$  – длина шнековой части аспирационной колонны, м;  $K_T$  – коэффициент трения;  $H_{П}$  – высота подъема, равная высоте насыпи, м;  $K_M$  – коэффициент, учитывающий тип перемещаемого материала;  $D_{Ш}$  – диаметр витков шнековой части аспирационной колонны, м;  $N_{Ш}$  – число шнеков, шт.

Производительность шнековой части аспирационной колонны составляет:

$$Q_{Ш} = 47 \cdot D_{Ш}^2 \cdot t \cdot n \cdot K_B \cdot \rho_3 \cdot K_Y, \quad (11)$$

где  $t$  – шаг витков, м;  $K_B$  – коэффициент заполнения межвиткового пространства;  $K_Y$  – коэффициент, учитывающий угол установки аэрационной колонны.

По результатам производственного опыта и аналитических расчетов для зернохранилища объемом 1000 т при условии самосогревания 2/3 объема массы определены следующие конструктивно-режимные параметры аэрационной установки: удельное количество воздуха, необходимое для удаления избыточного тепла, составляет 1650...1690 м<sup>3</sup>/т; объем подаваемого воздуха – 900000 м<sup>3</sup>; эмпирический коэффициент потерь напора воздуха при аэрации зерновой насыпи – 1,43...1,45; время аэрации – 25...33 ч (по рекомендациям специалистов не более 36 ч); диаметр воздушных рукавов – 150 мм, шаг расстановки колон – 3 м, крутящий момент, который необходимо приложить для вкручивания аэрационной колонны диаметром 150 м при рычаге длиной 1 м (длины рукояток по 50 см) в зерновую насыпь – около 670 Н·м, т.е. динамическая нагрузка на ввинчивание аэрационной колонны составит около 67 кг (для нижних слоев, при проходе верхних слоев меньше), что значительно ниже допустимой (для мужчин старше 18 лет 12500 кг/смену) [13].

Стоит отметить, что режимные параметры работы аэрационной установки следует корректировать в конкретных производственных условиях, учитывая при этом температуру зерна и его влажность, производственное назначение и длительность хранения зерна, температуру и относительную влажность воздуха, и ряд других параметров, влияющих на равновесную влажность зерна, то есть момента при котором уровень влаги в воздухе и в зерне достигают устойчивого состояния равновесия – воздух не поглощает влагу и не отдает ее зерну. Зависимость равновесной влажности от температуры и относительной влажности воздуха при аэрации зерна пшеницы приведена на рисунке 5.

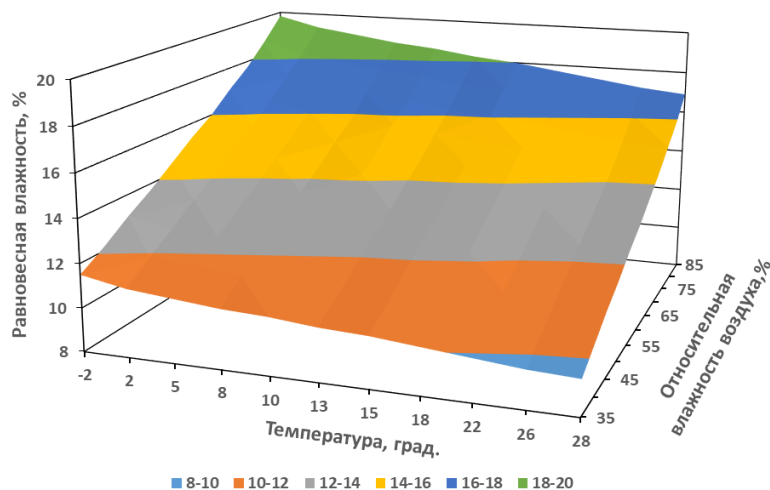


Рис. 5 – Зависимость равновесной влажности от температуры и относительной влажности воздуха при аэрации зерна пшеницы

Таким образом, отмечаем, что современный рынок зерна вынуждает сельхозтоваропроизводителей реализовывать зерно не «с комбайна», а в межсезонный период, что вызывает необходимость в его хранении. Известно, что при хранении зерна возможны потери, достигающие в среднем 2...4 % от заложенной массы. Рассмотрев виды потерь при хранении, установлено, что одной из основных причин является резкое повышение температуры слоев зерна в массе, возникающей от самосогревания, ввиду протекания естественных процессов жизнедеятельности и низкой теплопроводностью зернового бурта. Для предупреждения негативного эффекта от самосогревания проводят различные операции, направленные на охлаждение очагов с повышенной температурой. При этом наиболее эффективным способом выступает аэрация. В специализированных зернохранилищах данная операция как правило автоматизирована, для внутрихозяйственных напольных хранилищ проблема аэрации участков зернового бурта, подверженного самосогреванию в полном объеме не решена.

Предложена технология закладки и хранения зерна в напольных хранилищах объемом до 10 000 т, с применением аэрационной установки, в случае возникновения различных видов самосогревания массы.

Рассмотрев технические решения для аэрации зерна выявили их основные недостатки: для переносных устройств – высокие трудозатраты на закручивание аэрационных колон в зерновой бурт; для стационарных устройств – сложность и травмоопасность при расстановке аэрационных колон перед засыпкой насыпи, затруднения при работе мобильных устройств для загрузки и выгрузки зерна, низкая технологическая и энергетическая эффективность. Для исключения данных недостатков предложена конструктивная схема аэрационной установки, включающую вентиляционную систему и переносные четырехсекционные аэрационные колонны, связанные между собой воздушными рукавами. Оригинальность аэрационных колон заключается в унификации их частей и возможности подачи воздуха в конкретный слой зерновой массы.

**Выводы.** По результатам производственного опыта и аналитических расчетов для зернохранилища объемом 1000 т при условии самосогревания 2/3 объема массы определены следующие конструктивно-режимные параметры аэрационной установки: удельное количество воздуха, необходимое для удаления избыточного тепла, – 1650...1690 м<sup>3</sup>/т; объем подаваемого воздуха – 900000 м<sup>3</sup>; эмпирический коэффициент потерь напора воздуха при аэрации зерновой насыпи – 1,43...1,45; время аэрации – 25...33 ч; диаметр воздушных рукавов – 150 мм, шаг расстановки колон – 3 м, крутящий момент, который необходимо приложить для вкручивания аэрационной колонны диаметром 150 м при рычаге длиной 1 м в зерновую насыпь – около 670 Н·м. Получена зависимость равновесной влажности от температуры и относительной влажности воздуха при аэрации зерна пшеницы.

#### Библиография

1. Дринча В., Цыдендоржиев Б. Резервы снижения потерь зерна при хранении // Комбикорма. 2010. № 7. С. 59–60.
2. Вобликов Е.М., Буханцов В.А., Маратов Б.К. и др. Послеуборочная обработка и хранение зерна. Ростов н/Д: МарТ, 2001. 240 с.
3. Хранение зерна: нормы, правила стандарты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agroimport.org/blog/post/hranenie-zerna-normy-pravila-standarty>.



4. Филатов В.И. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства. М. : Колос, 1999. 724 с.
5. Виды и нормы естественной убыли зерна [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.melinvest.ru/press\\_office/vidy-i-normy-estestvennoy-ubyli-zerna](https://www.melinvest.ru/press_office/vidy-i-normy-estestvennoy-ubyli-zerna).
6. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Казаков К.В. Механизация сушки сырья при производстве кормовых добавок. Майский : Белгородский ГАУ, 2019. 166 с.
7. Стадник И.Н., Сухенко Ю.В., Васильев В.В. Подготовка зерна к хранению // Рынок АПК. 2020. № 8 (202). С. 37–40.
8. Дондоков Ю.Ж., Аммосов И.Н., Дринча В.М. Обоснование процесса охлаждения зерна вертикальными аэрационными колонками // Кормопроизводство. 2019. № 1. С. 34–38.
9. Макаренко А.Н., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. и др. Зарубежная сельскохозяйственная техника. Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
10. Ужик В.Ф., Китаева О.В., Макаренко А.Н. и др. Теория и расчет машин для животноводства. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. 285 с.
11. Цык В.В. Активное вентилирование зерна и семян. Горки : Белорусская ГСХА, 2006. 124 с.
12. Вендин С.В., Булавин С.А., Саенко Ю.В. Определение параметров конвейерной сушилки пророщенного зерна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 1. С. 8–10.
13. Плющиков В.Г. Безопасность жизнедеятельности в отраслях АПК. М. : КолосС, 2011. 470 с.

#### References

1. Drincha.V., Cydendorzhiev B. Rezervy snizheniya poter' zerna pri hranenii [Reserves for reducing grain losses during storage] // Kombikorma. 2010. № 7. S. 59–60.
2. Voblikov E.M., Buhancov V.A., Maratov B.K. i dr. Posleurochnaya obrabotka i hranenie zerna [Post-harvest processing and grain storage]. Rostov n/D : MarT, 2001. 240 s.
3. Hranenie zerna: normy, pravila standarty [Grain storage: norms, rules and standards]. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <https://agroimport.org/blog/post/hranenie-zerna-normy-pravila-standarty>.
4. Filatov V.I. Agrobiologicheskie osnovy proizvodstva, hraneniya i pererabotki produktsii rastenievodstva [Agrobiological bases of production, storage and processing of crop production]. M. : Kolos, 1999. 724 s.
5. Vidy i normy estestvennoj ubyli zerna [Types and norms of natural grain loss]. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: [https://www.melinvest.ru/press\\_office/vidy-i-normy-estestvennoy-ubyli-zerna](https://www.melinvest.ru/press_office/vidy-i-normy-estestvennoy-ubyli-zerna).
6. Vendin S.V., Saenko Yu.V., Kazakov K.V. Mekhanizatsiya sushki syr'ya pri proizvodstve kormovykh dobavok [Mechanization of drying of raw materials in the production of feed additives]. Mayskij : Belgorodskij GAU, 2019. 166 s.
7. Stadnik I.N., Suhenko Yu.V., Vasil'ev V.V. Podgotovka zerna k hraneniyu [Preparation of grain for storage] // Rynok APK. 2020. № 8 (202). S. 37–40.
8. Dondokov Yu.Zh., Ammosov I.N., Drincha V.M. Obosnovanie processa ohlazhdeniya zerna vertikal'nymi aeratsionnymi kolonkami [Justification of the grain cooling process by vertical aeration columns] // Kormoproizvodstvo. 2019. № 1. S. 34–38.
9. Makarenko A.N., Machkarin A.V., Ryzhkov A.V. i dr. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural machinery]. Moskva; Belgorod : ООО «Central'nyj kollektor bibliotek «БИБКОМ», 2016. 200 s.
10. Uzhik V.F., Kitaeva O.V., Makarenko A.N. i dr. Teoriya i raschet mashin dlya zhivotnovodstva [Theory and calculation of machines for animal husbandry]. Mayskij : Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.Ya. Gorina, 2018. 285 s.
11. Cyk V.V. Aktivnoe ventilirovanie zerna i semyan [Active ventilation of grain and seeds]. Gorki : Belorusskaya GSKHA, 2006. 124 s.
12. Vendin S.V., Bulavin S.A., Saenko Yu.V. Opredelenie parametrov konvejernoj sushilki prorozhchennogo zerna [Determination of parameters of the conveyor dryer of sprouted grain] // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. 2015. № 1. S. 8–10.
13. Plyushchikov V.G. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti v otraslyah APK [Life safety in agricultural industries]. M. : KolosS, 2011. 470 s.

#### Сведения об авторах

Чехунов Олег Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-81, e-mail: [chekhunov\\_oa@bsaa.edu.ru](mailto:chekhunov_oa@bsaa.edu.ru).

Чехунова Галина Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры общей и частной зоотехнии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-13-19, e-mail: [chekhunova\\_gs@bsaa.edu.ru](mailto:chekhunova_gs@bsaa.edu.ru).

Казаков Константин Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48, e-mail: [kazakov\\_kv@bsaa.edu.ru](mailto:kazakov_kv@bsaa.edu.ru).

#### Information about authors

Chekhunov Oleg A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-23-81, e-mail: [chekhunov\\_oa@bsaa.edu.ru](mailto:chekhunov_oa@bsaa.edu.ru).

Chekhunova Galina Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior lecturer of the Department of General and Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-13-19, e-mail: [chekhunova\\_gs@bsaa.edu.ru](mailto:chekhunova_gs@bsaa.edu.ru).

Kazakov Konstantin Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 38-19-48, e-mail: [kazakov\\_kv@bsaa.edu.ru](mailto:kazakov_kv@bsaa.edu.ru).

УДК 004.51

С.А. Шишури, Р.Д. Гончаров, А.Д. Исеев

## РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ КАРТ ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**Аннотация.** В статье рассматривается опыт применения технологии дополненной реальности для наглядной работы с картами возможных неисправностей при обслуживании и эксплуатации сельскохозяйственной техники. Использование AR-решений для инженерных и конструкторских задач позволит избежать ошибок при проведении ремонта и обслуживания, а также упростит процесс работы по заполнению карт. Применение цифровых карт возможных неисправностей позволяет как помочь сотруднику в проведении технологических операций, так и повысить контроль над сотрудником, выполняющим технологические операции. Основой для создания карт послужили карты неисправностей компании Fendt и «Петербургский тракторный завод», т.к. в их содержании уже была вся необходимая информация, такая как: информация о модели техники, информация о сотруднике, а также все необходимые операции для выявления неисправностей по типичным признакам. Средой для разработки мультимедийного приложения послужила программа Unity. В качестве метки для запуска приложения была выбрана QR-метка, располагаемая на корпусе трактора. Страницы карты возможных неисправностей импортированы в среду Unity, скриптами прописана логика реализации сценария для заполнения голосовым вводом текста и составления итогового отчета выполненных работ. Приложение загружено на модуль дополненной реальности RealWear, а также на смартфон и протестировано – при наведении камеры на QR-метку, расположенную на корпусе трактора, запускается приложение и позволяет увидеть интерактивные страницы карты возможных неисправностей с возможностью их заполнения. Разработанное AR-приложение является мультиплатформенным и может использоваться в рабочем процессе производственного персонала, что позволит повысить производительность и качество работ при проведении технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, а также для представления проектов во время выставок и презентаций новых продуктов.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, цифровые технологии, AR-приложение, производство, демонстрация.

## DEVELOPMENT OF UNIVERSAL MAPS OF POSSIBLE MALFUNCTIONS OF AGRICULTURAL MACHINERY USING AUGMENTED REALITY

**Abstract.** The article discusses the experience of using augmented reality technology for visual work with maps of possible malfunctions during maintenance and operation of agricultural machinery. The use of AR solutions for engineering and design tasks will help to avoid mistakes during repair and maintenance, as well as simplify the process of filling out maps. The use of digital maps of possible malfunctions allows both to help an employee in carrying out technological operations, and to increase control over an employee performing technological operations. The basis for the creation of maps was the fault maps of Fendt and the St. Petersburg Tractor Plant, because their contents already contained all the necessary information, such as: information about the model of equipment, information about the employee, as well as all the necessary operations to identify faults according to typical signs. The Unity program served as a medium for developing a multimedia application. A QR tag located on the tractor body was selected as a label for launching the application. The pages of the map of possible malfunctions are imported into the Unity environment, the scripts prescribe the logic of implementing the script for filling in the text by voice input and compiling the final report of the work performed. The application is downloaded to the augmented reality module RealWear, as well as to the smartphone and tested – when you point the camera at the QR tag located on the tractor body, the application starts and allows you to see interactive pages of the map of possible malfunctions with the possibility of filling them in. The developed AR application is multiplatform and can be used in the workflow of production personnel, which will increase productivity and quality of work during maintenance and repair of agricultural machinery, as well as for presenting projects during exhibitions and presentations of new products.

**Keywords:** augmented reality, digital technologies, AR application, production, demonstration.

В современном обществе широко применяются технологии дополненной реальности (AR – Augmented Reality). За последние годы произошел значительный прогресс в улучшении устройств, программного обеспечения и контента в этой области. Системы дополненной реальности, которые ранее использовались в играх и развлечениях, теперь нашли применение в различных промышленных секторах. Крупные компании и предприятия стали заинтересованы в использовании AR-технологий и внедрении таких инновационных решений в производственные процессы уже с начала 21 века [1].

Использование иммерсивных технологий, которые объединяют разнообразные методы расширенной реальности, позволяет воссоздавать физический мир через наложение цифрового контента на реальную среду. В секторах металлургии, нефтегазовой и энергетической промышленности наблюдается рост спроса на применение AR-технологий для создания обучающих и рабочих программ. С увеличением доверия к дополненной реальности ожидается замена традиционных методов эксплуатации и ремонта изделий. Результаты исследования, в котором приняли участие более 100 крупнейших российских компаний из нефтегазовой, металлургической, транспортной и других ключевых отраслей экономики, подтверждают, что цифровые технологии – будущее. Согласно исследованию, российские промышленные компании в среднем используют технологии дополненной реальности на 21 %, при этом в металлургии использование составляет 33 %. Международные корпорации успешно внедряют AR-технологии:

- применение специального приложения и умных очков Google Glass компанией Boeing, одним из крупнейших аэрокосмических концернов, позволило ускорить процесс соединения кабелей на бортовых системах самолетов. Сотрудникам предоставляются пошаговые инструкции по сборке и точные шаблоны без необходимости прерывания работы. В результате время на прокладку проводов сократилось на 25 %, а количество ошибок уменьшилось;
- применение очков дополненной реальности Epson Moverio BT-200 в американской корпорации Lockheed Martin, производителе истребителя F-35, позволяет инженерам видеть 3D-модели деталей и реальные объекты с инструкцией при сборке. Скорость работы инженеров увеличилась на 30 %, а точность сборки достигла 96 %;
- технологии дополненной реальности, использованные в автомобильной компании Fiat Chrysler Automobiles, позволили повысить производительность на 38 % и качество на 80 % при сборке зубчатых передач и цепей [2].

Крупные российские промышленные предприятия только начинают изучать применение технологий дополненной реальности и оценивают их с точки зрения затрат и эффективности. Уже были получены первые положительные результаты: AR-проект, разработанный компанией AgPoint из Санкт-Петербурга для «Норильского никеля», позволяет наглядно демонстрировать сложный технологический процесс обработки и очистки серной кислоты с помощью планшета.

AR-технологии дополненной реальности оправданно применяются в машиностроении для решения инженерных задач на разных этапах ремонта и эксплуатации:

- на этапе подготовки к работе сотрудников AR-приложение позволяет тщательно проверять результаты работы и правильно выполнять операции;
- на этапе технологической подготовки производства, AR-технологии являются эффективным дополнением к конструкторской и технологической документации для монтажа и сборочных операций;
- во время эксплуатации AR-технологии позволяют сочетать виртуальные и реальные объекты с технологическими картами и картами неисправностей [3].

На данный момент алгоритм поиска возможных неисправностей сельскохозяйственной техники включает в себя изучение сервисных карт (рисунок 1) на бумажных носителях и включает в себя следующие этапы:

- 1) получение сервисной карты на бумажном носителе, которая содержит информацию о структуре и компонентах сельскохозяйственной техники, их расположении, схемах и принципах работы узлов и систем;
- 2) ознакомление техника с сервисной картой, чтобы полностью понять структуру и функциональность техники;
- 3) в случае возникновения неисправности техник анализирует данные о симптомах и проявлениях неисправности;
- 4) поиск соответствующего участка или узла на сервисной карте, где могла возникнуть неисправность. Обычно на сервисной карте приведены номера или коды, которые позволяют быстро найти нужный участок;
- 5) исследование схемы работы узла и принципов его функционирования на сервисной карте, чтобы определить, какая часть системы могла привести к возникновению неисправности;
- 6) проверка соответствующей части техники на наличие повреждений, дефектов или ошибок;
- 7) подтверждение или опровержение предполагаемой неисправности на основе проведенных диагностических исследований и анализа сведений на сервисной карте;
- 8) ремонт или замена поврежденных, или неисправных компонентов и узлов.

Однако, использование сервисных карт на бумажных носителях потеряло актуальность в современной эпохе цифровых технологий. Компании передают информацию о сервисных картах в виртуальную или дополненную реальность, где они могут быть легко изучены и использованы специалистами сельскохозяйственной техники.

Виртуальная или дополненная реальность позволяют адаптировать и улучшать сервисные карты, которые становятся более интерактивными и легкодоступными. Специалисты могут получить доступ к подробной информации о каждом узле и компоненте сельскохозяйственной техники. Они могут просмотреть виртуальную модель техники и изучить ее подробно, легко перемещаясь и осматривая ее со всех сторон. Кроме того, виртуальная или дополненная реальность позволяют создавать интерактивные инструкции по обслуживанию, диагностике и ремонту, сопровождаемые анимациями и пошаговыми инструкциями [4].

Такая технологическая перспектива значительно облегчает процесс обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, ускоряет поиск и диагностику неисправностей и повышает качество обслуживания.

Неисправность, внешнее проявление	Метод устранения. Необходимые регулировки и испытания	Применяемый инструмент и принадлежности	Примечание
1	2	3	4
<b>Жатка и платформа-подборщик</b>			
Режущий аппарат некачественно подрезает стебли, имеются случаи заклинивания ножа	1. Проверьте и при необходимости замените выкрошенные или поломанные режущие элементы. 2. Отрегулируйте натяжение ремня привода ножа, при этом прогиб ремня должен быть в пределах от 12 до 14 мм.	Домкрат с вкладышем	
Режущий аппарат стучит	1. Проверьте крепление рычага привода ножа на валу МКШ, разъемной головки рычага и шкивов привода ножа. 2. Проверьте крепление корпуса механизма привода ножа на жатке. 3. Проверьте и отрегулируйте зазоры между основанием головки ножа и направляющей		
Наматывание стеблей на шнек, стебли перебрасываются шнеком вперед, вверх на мотовило	Подвиньте козырьки отражателей к шнеку так, чтобы зазор между ними и спиралью был минимальным с учетом биения шнека		

Рис. 1 – Примеры сервисной карты технического обслуживания и правил эксплуатации сельскохозяйственной техники

Создание и оцифровка карт возможных неисправностей техники в рамках современного развития технологий, имеет высокую заинтересованность по отраслевым производствам в создании универсальных карт неисправностей, т.к. алгоритм (рисунок 2) операций техники одного типа отличается незначительно.

В данный момент рядовому потребителю доступны несколько средств разработки AR-приложений. Наиболее популярными и распространенными считаются Unity, Unreal Engine и Simlab. Авторами разработано и внедрено в производство приложение дополненной реальности для ремонта и обслуживания сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе. Все эти операции направлены на контроль за правильностью выполнения технического обслуживания, а также для помощи сотруднику, как опорный материал [5].

Запуск программы
Заполнение данных механизатора
Считывание QR метки на корпусе техники
Первая страница карты неисправностей
Выбор вида проводимого ремонта
Вторая страница карты неисправностей (по виду ремонта)
Третья страница Карты неисправностей
Составление отчета выполненных работ и выгрузка в виде таблицы
Завершение работы программы

Рис. 2 – Алгоритм работы универсальной карты возможных неисправностей

Алгоритм создания AR-приложения состоит из нескольких этапов. На первом этапе составлен сценарий использования AR-приложения в соответствии с задачами:

- определена последовательность выполнения технологических операций;
- универсальная карта возможных неисправностей (рисунок 3) выбрана в качестве рабочей зоны для заполнения выполненных работ.



Рис. 3 – Главная страница универсальной карты возможных неисправностей

На втором этапе была составлена рабочая страница технологической карты, включающая в себя список операций по конкретной технике, заполняемая голосовым вводом. Итогом работы приложения является формирование отчета (рисунок 4) выполненной работ, включающего в себя информацию о сотруднике, обслуживаемой технике, времени и дате проведения работ, а также список выполненных работ.

Дата ремонта ____/____/____		Время ____:____:____			
Клиент:					
Модель:					
Известная наработка	Моточасов		Фактическая наработка	Моточасов	
Наименование			Норма	Замена	Ремонт
1.	Проверка соосности деки и ротора, проверка зазора между ротором и декой, регулировка оборотов ротора				
2.	Проверка состояния ножевых гребенок и регулировка их положения, регулировка оборотов ротора				
3.	Проверка состояния подбарабана и молотильного барабана, замена изношенных или поврежденных деталей молотильной установки				
4.	Регулировка положения барабана молотильного и выставление зазоров, согласно инструкции по эксплуатации				

Рис. 4 – Отчетная документация о проведенных работах

Разработка универсальных карт возможных неисправностей сельскохозяйственной техники с применением дополненной реальности представляет собой перспективное направление, которое может значительно упростить и повысить эффективность процесса диагностики и устранения неисправностей.

Применение дополненной реальности позволяет отобразить сведения о каждом отдельном узле на экране смартфона, планшета или специальных очков. Пользователь сможет видеть технику в реальном времени, но при этом получать информацию о работе каждого узла, его структуре и возможных неисправностях [6]. Карты будут содержать подробные инструкции по диагностике и ремонту, а также рекомендации по предупреждению неисправностей (рисунок 5).

Неисправности адаптера и наклонной камеры					
Возможная причина	Первичное действие механизатора	Вызов сервисной службы ДЦ		История Дно ремонта	
		Да	Нет	Да	Нет
1. Забивается шнек или наклонная камера.	Отрегулировать расположение мотвила, шнеков и пальцев шнека. Проверить натяжение ремня привода режущего аппарата.				
2. Соскакивание цепей транспортера наклонной камеры с ведущих звездочек.	Очистить наклонную камеру от пожниных остатков. Отрегулировать положение нижнего вала транспортера относительно днища.				
3. Неравномерный поток культуры.	Отрегулировать натяжение транспортера.				
4. Транспортер цепной наклонной камеры слишком легко останавливается.	Настроить предохранительную муфту транспортера. При необходимости вызвать службу сервиса Дилерского центра Ростсельмаш.				
5. Неравномерная подача массы в наклонную камеру. Масса скапливается перед ножами и поступает на шнек пучками.	Установить мотвило ниже и ближе к шнеку. Отрегулировать положение подбирающих пальцев шнека.				
6. Режущий аппарат стучит.	Проверить крепление корпуса привода ножа на жатке. Проверить и отрегулировать зазор между основанием головки ножа и направляющей.				

**СПЕРЕДИ**

Меню

Рис. 5 – Пример работы модуля

Основные преимущества разработки универсальных карт возможных неисправностей сельскохозяйственной техники с применением дополненной реальности представлены ниже.

1. Ускорение процесса диагностики: с помощью дополненной реальности пользователь сможет быстро и точно определить местонахождение и характер неисправности, что позволит сэкономить время на поиск и диагностику.

2. Улучшение точности и качества диагностики: детальная информация о каждом узле и возможных неисправностях позволят пользователю проводить более точную и качественную диагностику, что способствует более эффективному ремонту.

3. Обучение персонала: универсальные карты могут быть использованы для обучения новых специалистов или переподготовки уже имеющегося персонала. Они будут позволять ознакомиться с новыми устройствами и их структурой.

4. Расширенные возможности обслуживания: персонал сможет применять дополненную реальность для получения рекомендаций по обслуживанию каждого узла и предупреждения проблем, что способствует замедлению износа и увеличению срока службы узлов.

5. Снижение затрат на обслуживание: благодаря возможности самостоятельной диагностики и ремонта на основе карт, затраты на вызов и оплату специалистов сократятся [7].

Все эти преимущества делают разработку универсальных карт возможных неисправностей сельскохозяйственной техники с применением дополненной реальности очень перспективной. Они могут помочь улучшить процесс обслуживания и экономическую эффективность в сельском хозяйстве. Таким образом, преимущества использования данного приложения заключаются в автономности использования, простоте использования, доступности для потребителя и индивидуальности для каждого предприятия. Технологии дополненной реальности постепенно внедряются в технологические процессы различных производств. Разработанное приложение применяется в процессе обучения студентов на кафедре Техническое обеспечение АПК ФГБОУ ВО Вавиловский университет им. Н.И. Вавилова. Также авторами ведется работа по внедрению данной технологии в рабочий процесс сервисной службы ООО «Комбайновый завод Ростсельмаш», которая станет элементом комплекса решений для ремонта и обслуживания сельскохозяйственной техники. Применение карт возможных неисправностей является стандартом заполняемой отчетной документации в любой отрасли промышленности.

Однако в ближайшем будущем этого будет недостаточно. Стремительное развитие цифровых технологий и положительный опыт их использования зарубежными и российскими компаниями привели к высокому росту спроса на применение VR/AR технологий Российскими предприятиями. Крупные предприятия нашей страны, в том числе и агропромышленного комплекса уже приступили к реализации или планируют внедрение AR-технологий в качестве виртуальных помощников при проведении различных операций по ремонту, монтажу и обслуживанию различных узлов и агрегатов. Экономический эффект от внедрения AR решений уже достигает 10-15 % и постепенно растет с развитием технологий, что подчеркивает актуальность применения и расширения возможностей AR-технологий в процессе ремонта и обслуживания на различных промышленных предприятиях [8-10].

#### Библиография

1. AR - дополненная реальность [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/419437/>.
2. Алексанова Л.В. Возможности и особенности применения технологии дополненной реальности в образовании // Управление инновациями: теория, методология, практика: сборник материалов IX международной практической конференции. Новосибирск : ЦРНС, 2014. С. 123–127.
3. Белякова А.В. Анализ информационных моделей тренажеров для обучения водителей транспортных средств (обзор) // Вестник СибАДИ. 2019. № 5.
4. Линовес Джонатан. Виртуальная реальность в Unity // ДМК-Пресс, 2016. 316 с.
5. Зотова М.Н. Анализ методики обучения работников транспорта с помощью обучающих тренажеров // Символ науки, 2019. № 11.
6. Ильина И.Е. Формирование навыков управления автомобилем на автотренажере // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. № 5 (24). С. 149.
7. Роганов В.Р. Особенности оптико-аппаратно-программных комплексов моделирования 3D-изображения // Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров. 2015. С. 83–91.
8. Рыбалкин Д.А. Анализ информационных моделей тренажеров для обучения трактористов-машинистов управлением тракторной техникой и сельскохозяйственными агрегатами // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 382–387.
9. Громова В.И. Основные принципы составления технологической карты урока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.openclass.ru/node/364582?page=3>.
10. Логвинова И.М., Копотева Г.Л. Конструирование технологической карты урока в соответствии с требованиями ФГОС // Управление начальной школой, 2011. № 12. С. 12–18.

#### References

1. AR - dopolnennaya real'nost' [AR - augmented reality] [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/post/419437/>.
2. Aleksanova L.V. Vozmozhnosti i osobennosti primeneniya tekhnologii dopolnennoj real'nosti v obrazovanii [Possibilities and features of using augmented reality technology in education] // Upravlenie innovაციями: teoriya, metodologiya, praktika: sbornik materialov IX mezhduнародной prakticheskoj konferencii. – Novosibirsk : CRNS, 2014. – S. 123–127.
3. Belyakova A.V. Analiz informacionnyh modelej trenazherov dlya obucheniya voditelej transportnyh sredstv (obzor) [Analysis of information models of simulators for training drivers of vehicles (review)] // Vestnik SibADI. 2019. № 5.
4. Linoves Dzhonatan. Virtual'naya real'nost' v Unity [Virtual Reality in Unity] // DMK-Press, 2016. 316 s.
5. Zotova M.N. Analiz metodiki obucheniya rabotnikov transporta s pomoshch'yu obuchayushchih trenazherov [Analysis of the methodology of training transport workers with the help of training simulators] // Simvol nauki. 2019. № 11.
6. Il'ina I.E. Formirovanie navykov upravleniya avtomobilem na avtotrenazhere [Formation of driving skills on an auto trainer] // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2014. № 5 (24). S. 149.
7. Roganov V.R. Osobennosti optiko-apparatno-programmnyh kompleksov modelirovaniya 3D-izobrazheniya [Features of optical-hardware-software-complexes for 3D image modeling] // Teoriya i praktika imitacionnogo modelirovaniya i sozdaniya trenazherov. 2015. S. 83–91.

8. Rybalkin D.A. Analiz informacionnyh modelej trenazherov dlya obucheniya traktoristov-mashinistov upravleniem traktornoj tekhnikoj i sel'skohozyajstvennymi agregatami [Analysis of information models of simulators for training tractor drivers to control tractor machinery and agricultural aggregates] // *Innovacii v prirodobustrojstve i zashchite v chrezvychajnyh situacijah. Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. 2020. S. 382–387.

9. Gromova V.I. Osnovnye principy sostavleniya tekhnologicheskoj karty uroka [The basic principles of drawing up the technological map of the lesson] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.openclass.ru/node/364582?page=3>.

10. Logvinova I.M., Kopoteva G.L. Konstruirovanie tekhnologicheskoj karty uroka v sootvetstvii s trebovaniem FGOS [Designing the technological map of the lesson in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standard] // *Upravlenie nachal'noj shkoloj*, 2011. № 12. S. 12–18.

#### **Сведения об авторах**

Шишурин Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК, ФГБОУ ВО Вавиловский университет, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Саратовская область, Россия, 410012, тел. +78452 23-32-92, e-mail: s.shishurin@vavilovsar.ru.

Гончаров Роман Дмитриевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры цифровое управление процессами в АПК, ФГБОУ ВО Вавиловский университет, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Саратовская область, Россия, 410012, тел. +78452 23-32-92.

Исаев Александр Дмитриевич, аспирант кафедры технического обеспечения АПК, ФГБОУ ВО Вавиловский университет, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Саратовская область, Россия, 410012, тел. +78452 23-32-92.

#### **Information about authors**

Shishurin Sergey Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of the Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vavilovsky University», pr. Petra Stolypina, zd. 4, p. 3, Saratov, Saratov region, Russia, 410012, tel. +78452 23-32-92, e-mail: s.shishurin@vavilovsar.ru.

Goncharov Roman Dmitrievich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Digital Process Management in the Agroindustrial Complex, Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vavilovsky University», pr. Petra Stolypina, zd. 4, p. 3, Saratov, Saratov region, Russia, 410012, tel. +78452 23-32-92.

Isaev Alexander Dmitrievich, post-graduate student of the Department of Technical Support of the Agro-industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vavilovsky University», pr. Petra Stolypina, zd. 4, p. 3, Saratov, Saratov region, Russia, 410012, tel. +78452 23-32-92.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 338.43

*И.Г. Генералов, С.А. Суслов, Н.В. Провалёнова*

### РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕРНОВОЙ ОТРАСЛИ

**Аннотация.** На современном этапе организации сельскохозяйственного производства цифровые технологии являются ключевым фактором перспективного развития. Цель исследования – анализ тенденций и эффективности внедрения специфических цифровых технологий – элементов точного земледелия в сельскохозяйственных организациях Нижегородской области. В статье детально раскрыты аспекты применения элементов точного земледелия в крупном нечерноземном регионе – Нижегородской области. На основе применения парного регрессионного анализа и метода аналитической группировки было доказано влияние предложенных показателей на результаты функционирования зерновой отрасли (в частности, было выделено 3 группы муниципальных образований по эффективности использования элементов точного земледелия в Нижегородской области). Аналитической базой проведения расчетов выступили производители зерна, расположенные в границах отдельных муниципальных образований Нижегородской области. Результаты исследований доказали, что увеличение удельного веса обработанных посевов зерновых с применением элементов точного земледелия повышает урожайность зерновых и зернобобовых культур в среднем по региону на 5 ц с га. Данный размер прироста урожайности зерновых не является пределом при системном и комплексном использовании цифровых технологий в отрасли и может достигать до 20 ц с га (также сформирована картограмма, наглядно отражающая результаты исследования). Авторами выявлены позитивные тенденции расширения применения элементов точного земледелия в исследуемом типовом регионе страны, что может оказывать существенное влияние на развитие всех отраслей сельского хозяйства региона, а дальнейшее изучение обозначенной проблемы должно включать анализ специализированных цифровых технологий, применяемых в зерновом хозяйстве.

**Ключевые слова:** цифровизация, зерно, зерновое хозяйство, точное земледелие, цифровые технологии, экономическая эффективность, экономическое развитие.

### REGIONAL DIMENSION OF DIGITAL APPLICATIONS IN THE GRAIN INDUSTRY

**Abstract.** At the current stage of organizing agricultural production, digital technologies are a key factor in promising development. The purpose of the study is to analyze the trends and effectiveness of the introduction of specific digital technologies – elements of precision farming in agricultural organizations of the Nizhny Novgorod region. The article details aspects of the use of elements of precision agriculture in a large non-black earth region – the Nizhny Novgorod region. Based on the use of paired regression analysis and the analytical grouping method, the influence of the proposed indicators on the results of the functioning of the grain industry was proved (in particular, 3 groups of municipalities were selected for the effectiveness of using elements of precision agriculture in the Nizhny Novgorod region). The analytical basis for the calculations was grain producers located within the borders of individual municipalities of the Nizhny Novgorod region. The results of the studies proved that an increase in the specific gravity of processed grain crops using precision farming elements increases the yield of grain and leguminous crops on average in the region by 5 c per ha. This size of the increase in grain yield is not the limit for the systematic and integrated use of digital technologies in the industry and can reach up to 20 c per hectare (a cartogram has also been formed that clearly reflects the results of the study). The authors identified positive trends in the expansion of the use of precision farming elements in the studied typical region of the country, which can have a significant impact on the development of all agricultural sectors of the region, and further study of the identified problem should include an analysis of specialized digital technologies used in grain farming.

**Keywords:** digitalization, grain, grain farming, precision farming, digital technology, economic efficiency, economic development.

**Введение.** В XX веке повышение уровня экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур было достигнуто благодаря повышению мощности и производительности используемой в агротехнологических процессах сельскохозяйственной техники, высокоурожайных сортов, применению минеральных, органических и бактериальных удобрений и других тогда ещё перспективных направлений развития агротехнологий в растениеводстве [1, 2]. Уже на рубеже XX–XXI вв. положительное воздействие этих факторов на эффективность производства зерна заметно снизилось. Новым витком в развитии отрасли являются цифровые технологии, которые позволяют использовать адаптивные системы земледелия, что неизбежно приведет к масштабным изменениям в агротехнологии возделывания зерновых культур. Нормативной основой неизбежно грядущей аграрной революции являются государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» и проект «Цифровое сельское хозяйство» (2019 г.), целью которого является ускорение внедрения цифровых технологий.

Уже сегодня активное использование цифровых технологий в производственных процессах является важным конкурентным преимуществом для государств, что подтверждено различными исследованиями отечественных и зарубежных ученых, а также большим интересом со стороны заинтересованных профильных ведомств их правительств. На основании обобщения международных исследований можно заключить, что цифровизацию необходимо рассматривать как явление, имеющее национальные и региональные особенности.

Модернизация отраслей сельского хозяйства и преодоления технологического отставания от развитых стран, необходимо перевести сельскохозяйственные отрасли на более высокий уровень качества путем внедрения современной инновационной модели экономического роста, передовых аграрных технологий и научных разработок.

Ускоренное преодоление технологического отставания отечественного аграрного производства от стран, характеризующихся его высокотехнологичным уровнем, возможно только благодаря масштабной модернизации отраслей сельского хозяйства на основе формирования инновационной модели экономического роста, заключающейся в научной разработке передовых агротехнологий, направленных на качественное преобразование производственных процессов.



При этом складывается сложная обстановка для расширения импорта зарубежных образцов сельскохозяйственной техники, что существенно ограничивает возможности модернизации сельскохозяйственного производства, а цифровизация производства становится приоритетным направлением в системе национальной и продовольственной безопасности и приобретает стратегический характер. В научных монографиях В. В. Милюсердова [3], А. И. Алтухова [4] и Е. И. Семеновой [5] детально описаны вызовы, с которыми уже столкнулось отечественное сельское хозяйство, а также стратегические направления, позволяющие нивелировать их негативное влияние.

Таким образом, цифровизация сельского хозяйства является важной частью модернизации экономики аграрных стран и их регионов, в которых важно применять обоснованную систему показателей оценки уровня цифровизации отраслей сельского хозяйства. Также важно применять обоснованные методы оценки содействия цифровизации в повышении эффективности сельского хозяйства.

Целью проведенного исследования является выявление текущих тенденций и эффективности внедрения специфических цифровых технологий – элементов точного земледелия в сельскохозяйственных организациях Нижегородской области.

**Материалы и методы.** В теоретическую основу данного исследования легли разработки ведущих ученых, изучавших вопросы цифровизации сельского хозяйства. Установленная зависимость урожайности зерновых и зернобобовых культур от удельного веса, обработанных посевов с элементами точного земледелия была доказана на основе данных Министерства сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области.

Обозначенная цель исследования была достигнута благодаря применению регрессионного анализа и аналитической группировки и последующей интерпретации полученных результатов.

**Результаты и обсуждение.** Доказано, что реальный эффект от внедрения цифровых технологий будет проявляться при их комплексном использовании. Опыт передовых зарубежных и отечественных агрохолдингов позволяет констатировать, что правильно спланированная комплексная цифровизация способствует сокращению производственных затрат более чем на 20 %, что является важным резервом повышения рентабельности производства. Важное значение в решении задач, связанных с развитием производства зерна и внедрением сквозных цифровых технологий, имеет цифровая трансформация бизнес-процессов в отрасли, когда процедура принятия управленческого решения опирается исключительно на результаты обработки объективных данных, что требует также и использования сложных систем их сбора и хранения [6, 7].

Статистические данные свидетельствуют, что в Нижегородской области уже почти 60 % всей сельскохозяйственной продукции производится с применением отдельно взятых цифровых решений, однако это зачастую происходит бессистемно. Доля хозяйств, использующих интернет, составляет почти 85 %. Для производства зерна, ввиду обширности посевов, жизненно важно увеличение площади покрытия мобильным интернетом, т. к. многие виды современной сельскохозяйственной техники должны иметь устойчивую связь с базами данных и оператором, осуществляющих их мониторинг. Увеличение территории покрытия сельскохозяйственных угодий интернетом может являться перспективной задачей на ближайшие годы.

Всё большее распространение получает концепция точного земледелия, которая сочетает в себе различные цифровые технологии.

«Точное земледелие» можно охарактеризовать, как стратегию, опирающуюся на масштабном применении цифровых технологий. Важное значение в этой концепции имеют данные о выращивании зерновых культур, массив которых формируется из различных источников, что в совокупности позволяет принимать рациональные управленческие решения. Суть данной концепции заключается в проведении полевых работ в соответствии с реальными потребностями выращиваемых в данном месте зерновых культур, что должно позволить получения максимального валового сбора зерна при минимальных затратах посевного материала, удобрений и средств защиты растений [8, 9]. Концепция точного земледелия в мировом масштабе стала возможной благодаря бурному развитию коммуникаций (в первую очередь беспроводных), росту объема данных и развитию алгоритмов их анализа, массовому производству сенсоров различных видов (что позволило усовершенствовать систему сбора данных), также немалое значение имеет и развитие «Интернета вещей» в последние годы.

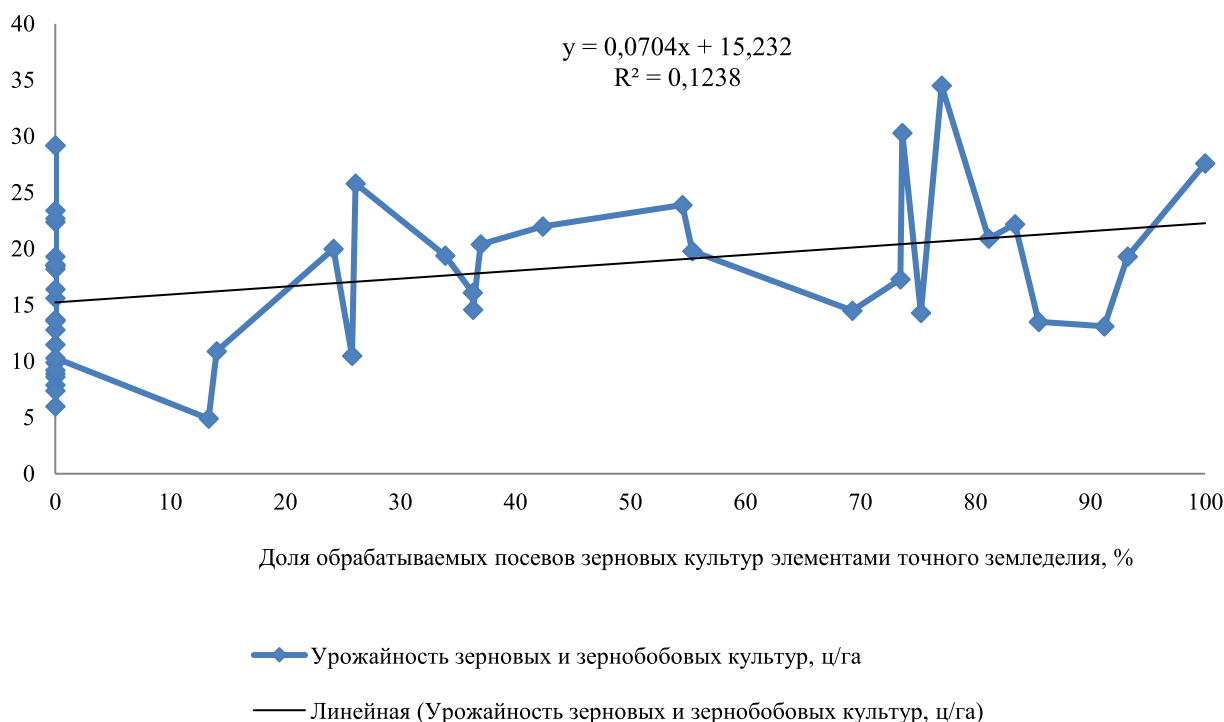
Результативность расширения повсеместного использования точного земледелия будет достигнута правильным сочетанием «умной» автоматизации, GPS-навигации и GIS-систем, онлайн-мониторинга полей с дистанционным зондированием земли и др. [10].

Весьма перспективным направлением стратегического развития производства зерна является его роботизация, в том числе и на основе масштабного использованием беспилотников [11]. Применение беспилотной сельскохозяйственной техники в перспективе позволит решить важную проблему для аграриев, выращивающих зерновые культуры – мониторинг сроков вегетации растений и точечная применение нормализованного вегетационного индекса NDVI. Анализ сводных данных по посевам важен для планирования сроков уборочной компании.

Агротехнологический процесс выращивания зерновых культур генерирует большие массивы данных, ценность которых заключается в прогнозировании урожайности на конкретном поле. С этой целью на основе искусственного интеллекта была разработана аналитическая информационная система «История поля», которая позволяет обрабатывать большие данные. Ценность полученных прогнозов в данной системе, заключается в том, что возникает возможность отслеживание изменений на территории конкретного поля, в частности состояния растений, климатических условий, что позволяет своевременно проводить необходимые агромероприятия и в конечном итоге оказывает прямо влияет на урожайность [12].

Нижегородская область находится на 3 месте среди регионов с развитым сельским хозяйством страны по степени внедрения точного земледелия [13]. При этом авторы отмечают четкую зависимость урожайности зерновых и зернобобовых культур от доли обрабатываемых посевов зерновых культур элементами точного земледелия в регионе (рис. 1).

Урожайность  
зерновых и  
зернобобовых  
культур, ц/га



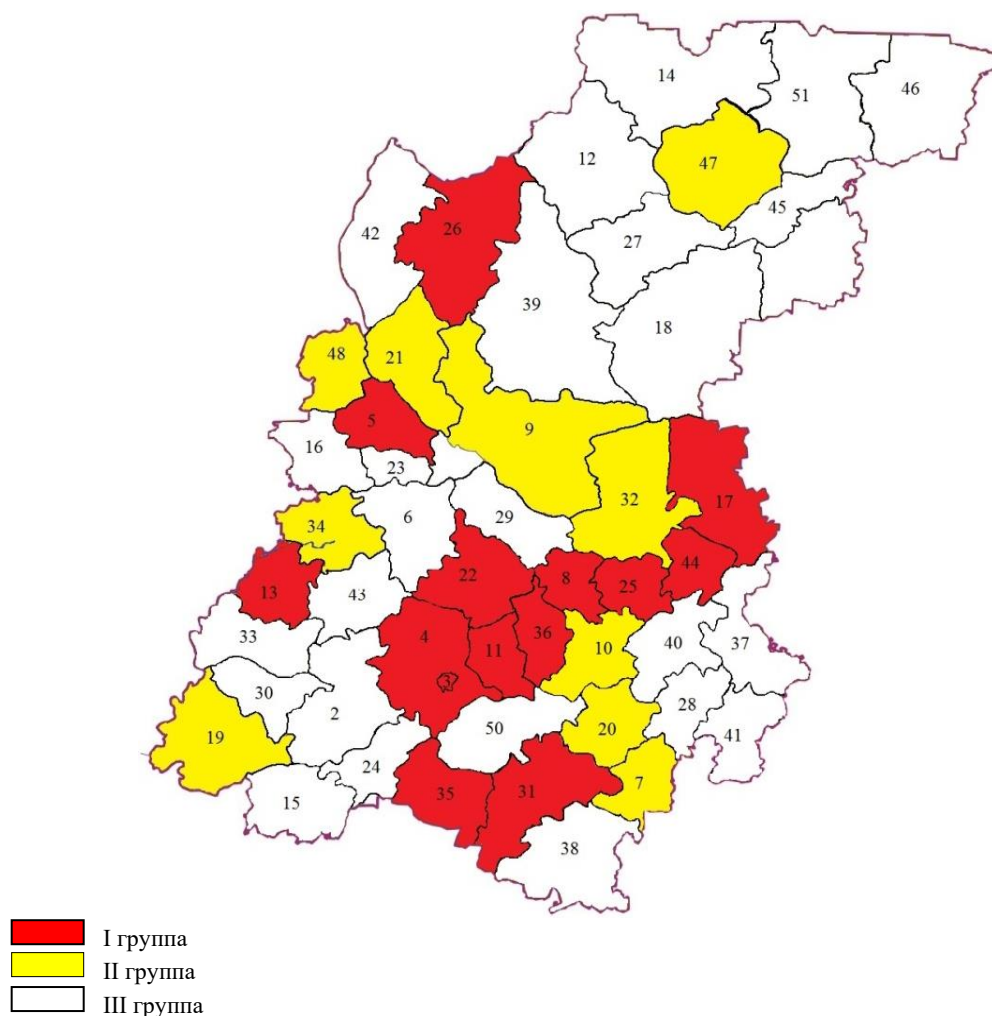
**Рис. 1 – Зависимость урожайности зерновых и зернобобовых культур от доли обрабатываемых посевов зерновых культур элементами точного земледелия**

Полученные результаты парного регрессионного анализа, свидетельствуют, что рост доли обрабатываемых посевов зерновых культур элементами точного земледелия на 1 % способствует увеличению уровня урожайности зерновых и зернобобовых культур в среднем по Нижегородской области на 0,07 ц с га. Уровень достоверности полученного уравнения регрессии в размере 12,4 % отражает высокую зависимость урожайности от агроклиматических особенностей данного региона (F-критерий Фишера составил 6,851).

Отказ от внедрения в отрасль элементов точного земледелия приведет к снижению урожайности зерновых и зернобобовых культур до размера в 15,2 ц с га. Данная гипотеза подтверждается и результатами группировки муниципальных образований в зависимости от удельного веса обработанных посевов с элементами точного земледелия (I группа – не обрабатывается с использованием элементов точного земледелия, II группа – обрабатывается до 50 %, III группа – обрабатывается свыше 50 %) (табл. 1). Картограмма, на которой отражена эффективность использования элементов точного земледелия в Нижегородской области, представлена на рисунке 2.

**Таблица 1 – Эффективность использования элементов точного земледелия**

Группа муниципальных образований	Удельный вес, обработанных посевов с использованием элементов точного земледелия, %	Посевная площадь, тыс. га	Урожайность, ц/га
I	0	379.4	15.5
II	до 50	209.7	16.5
III	свыше 50	236.6	20.9



**Рис. 2 – Картограмма эффективности использования элементов точного земледелия в Нижегородской области**

Первая группа, в которой не используются элементы точного земледелия, насчитывает 23 муниципальных образования с общей посевной площадью в 379,4 тыс. га и урожайностью зерновых и зернобобовых культур в размере 15,5 ц с га. Во второй группе, где 50 % посевных площадей обрабатывается с использованием элементов точного земледелия, средняя урожайность зерновых увеличивается на 1 ц с га. В данную группу вошли 10 муниципальных образований с общей посевной площадью 209,7 тыс. га. Существенный прирост урожайности – 5,4 ц с га наблюдается в третьей группе, где удельный вес обработанных посевов с использованием элементов точного земледелия превышает 50 % (13 муниципальных образований с общей посевной площадью 236,6 тыс. га). Такой рост связан с тем, что реальный прирост урожайности от внедрения элементов точного земледелия обеспечивается системным их использованием.

Бессистемное внедрение элементов точного земледелия в Нижегородской области подтверждается и оценкой их влияния на экономическую эффективность производства зерна, где в качестве результативного показателя использовалась рентабельность (убыточность) производства, а факторов – отдельные элементы точного земледелия. Обследование проводилось по 75 сельскохозяйственным организациям Нижегородской области, в которых в предшествующем году (2021 г.) использовались элементы точного земледелия. Ввиду того, что рентабельность производства является удельным показателем, отражающим прибыль в расчете на производственные затраты, то целесообразно использовать его значения, полученные в конце всего производственно-сбытового процесса (т. е. 2022 г.).

Первоначально в анализ были заложены все элементы точного земледелия, приобретенные сельскохозяйственными организациями Нижегородской области, но в виду нерепрезентативности выборки по ряду элементов в парных регрессионных моделях использовались только параллельное вождение, ед.; спутниковый мониторинг транспортных средств, ед.; оцифровка полей, ед.; дифференцированное внесение удобрений, ед.

В итоге условия парного регрессионного анализа влияния использования элементов точного земледелия на экономическую эффективность производства зерна в сложившихся условиях следующие:

1. Парный регрессионный анализ влияния использования параллельного вождения на рентабельность (убыточность) производства зерна (48 наблюдений):

$y$  – рентабельность (убыточность) производства зерна, %  
 $x$  – параллельное вождение, ед.

2. Парный регрессионный анализ влияния использования спутникового мониторинга транспортных средств на рентабельность (убыточность) производства зерна (47 наблюдений):

$y$  – рентабельность (убыточность) производства зерна, %  
 $x$  – спутниковый мониторинг транспортных средств, ед.

3. Парный регрессионный анализ влияния оцифровки полей на рентабельность (убыточность) производства зерна (21 наблюдение):

$y$  – рентабельность (убыточность) производства зерна, %

$x$  – оцифровка полей, ед.

4. Парный регрессионный анализ влияния дифференцированного внесения удобрений на рентабельность (убыточность) производства зерна (10 наблюдений):

$y$  – рентабельность (убыточность) производства зерна, %

$x$  – дифференцированное внесение удобрений, ед.

Обобщенные статистические результаты анализа влияния использования элементов точного земледелия на экономическую эффективность производства зерна приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Влияние использования элементов точного земледелия на экономическую эффективность производства зерна**

Факторы	Рентабельность (убыточность) производства зерна, %			
	Коэффициент эластичности	Парный коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Выборочный коэффициент регрессии
Параллельное вождение, ед.	0,071	0,115	0,013	0,882
Спутниковый мониторинг транспортных средств, ед.	-0,147	-0,132	0,018	-0,349
Оцифровка полей, ед.	-0,116	-0,209	0,044	-1,197
Дифференцированное внесение удобрений, ед.	0,129	0,093	0,009	1,009

Парный регрессионный анализ влияния использования параллельного вождения на рентабельность (убыточность) производства зерна позволил установить, что в перспективе дополнительный ввод 1 элемента параллельного вождения Нижегородской области будет способствовать росту рентабельности производства на 0,882 процентных пункта. Увеличение элементов дифференцированного внесения удобрений на 1 ед. способствует росту рентабельности производства зерна на 1,009 процентных пункта. Противоположная тенденция наблюдается при увеличении количества таких элементов точного земледелия, как спутниковый мониторинг транспортных средств и оцифровка полей. Низкий уровень коэффициентов парной корреляции свидетельствует о ещё низком уровне связи между элементами точного земледелия и рентабельностью (убыточностью) производства зерна.

Примечательно, что вариация рентабельности производства зерна при отрицательных значениях других коэффициентов на 4,4 % объясняется вариацией оцифровки полей, что свидетельствует о том, что в отдельных сельскохозяйственных организациях Нижегородской области уже начинаются работы по систематизации элементов точного земледелия в единый комплекс, но ввиду высокой затратности этих мероприятий, они реализуются медленно.

**Заключение.** В итоге можно заключить, что для развития зерновой отрасли необходимо акцентировать внимание на разграничении цифровой трансформации на две составляющие: «базисные» и специализированные (точное земледелие) цифровых технологий, что позволит более эффективно и точно проводить модернизацию сельского хозяйства на основе цифровых технологий.

Рассмотренный авторами региональный аспект применения цифровых технологий в зерновой отрасли позволил сделать ряд выводов применительно к Нижегородской области. В регионе усиливаются тенденции внедрения в производственные процессы элементов точного земледелия. Также был определен прирост эффективности внедрения элементов точного земледелия, выраженный в росте урожайности зерновых культур. Несмотря на то, что в ряде муниципальных образований региона прирост урожайности составил свыше 5 ц с га за счет внедрения элементов точного земледелия, можно констатировать их бессистемность, ввиду чего на данном этапе цифровой трансформации производства зерна отмечается низкая его экономическая эффективность.

Дальнейшее изучение обозначенной авторами проблемы должно включать анализ специализированных цифровых технологий, применяемых в зерновом хозяйстве, что позволит оценить эффективность их использования и разработать перспективный план технологического развития как отдельных хозяйств, производящих зерно, так и отрасли в целом.

#### Библиография

1. Акинчин А.В., Левшаков Л.В., Линков С.А., Ким В.В., Горбунов В.В. Информационные технологии в системе точного земледелия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 9. С. 16–21.
2. Мурашова Н.В. Формирование механизма цифровой трансформации сельского хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2021. № 9 (124). С. 129–138.
3. Милосердов В.В., Семин А.Н., Лутфуллин Ю.Р., Кислицкий М.М. Агропромышленный комплекс: стратегические инициативы: монография. М. : Фонд «Кадровый резерв». – 2016. – 630 с.
4. Алтухов А.И., Семин А.Н., Семенова Е.И., Кислицкий М.М., Бородкин А.Е. Агропродовольственный сектор России в условиях «больших вызовов»: проблемы, риски, новые возможности: монография. М. : Фонд «Кадровый резерв». – 2019. – 416 с.
5. Семенова Е.И., Родионова О.А., Труба А.С. Развитие бережливого производства: принципы, подходы, направления реализации: методические указания. М. : ООО «Сам полиграфист». – 2019. – 120 с.
6. Альт В.В., Исакова С.П., Балушкина Е.А. Выбор технологий в растениеводстве: подходы и методы, применяемые в информационных системах // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. № 1. С. 52–58.
7. Амирова Э.Ф., Клычова Г.С. Цифровая трансформация аграрной экономики // Региональная экономика: теория и практика. 2022. Т. 20. № 1 (496). С. 156–167.
8. Оборин М.С. Риски цифровизации в сельском хозяйстве // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6 (133). С. 104–111.
9. Махотлова М.Ш. Технологии и основные направления точного земледелия // Символ науки: международный научный журнал. 2016. № 1–3 (13). С. 51–53.
10. Грицько В.В. Опыт цифровизации на предприятиях АПК России // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 11. С. 1245–1250.

11. Тимакова Р.Т., Ильяхин Р.В. Цифровые технологии: новые подходы к прослеживаемости зерновых потоков в России // Цифровые модели и решения. 2023. Т. 2. № 2. С. 6.
12. Иванова Д.Е., Сибилева А.А. Цифровизация как основной вектор инновационного развития АПК // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2022. № 4. С. 309–313.
13. Труфляк Е.В. Рейтинг регионов по использованию элементов точного сельского хозяйства. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 37 с.

#### References

1. Akinchin A.V., Levshakov L.V., Linkov S.A., Kim V.V., Gorbunov V.V. Informacionnye tehnologii v sisteme tochnogo zemledelija // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii. 2017. № 9. Pp. 16–21.
2. Murashova N.V. Formirovanie mehanizma cifrovoj transformacii sel'skogo hozjajstva // Vestnik NGIJeI. 2021. № 9 (124). Pp. 129–138.
3. Miloserdov V.V., Semin A.N., Lutfullin Ju.R., Kislickij M.M. Agropromyshlennyj kompleks: strategicheskie iniciativy: monografija. M. : Fond «Kadrovyy rezerv». – 2016. – 630 p.
4. Altuhov A.I., Semin A.N., Semenova E.I., Kislickij M.M., Borodkin A.E. Agroprodovol'stvennyj sektor Rossii v usloviyah «bol'shih vyzovov»: problemy, riski, novye vozmozhnosti: monografija. M. : Fond «Kadrovyy rezerv». – 2019. – 416 p.
5. Semenova E.I., Rodionova O.A., Truba A.S. Razvitie berezhlivogo proizvodstva: principy, podhody, napravlenija realizacii: metodicheskie ukazaniya. M. : OOO «Sam poligrafist». – 2019. – 120 p.
6. Al't V.V., Isakova S.P., Balushkina E.A. Vybor tehnologii v rastenievodstve: podhody i metody, primenjaemye v informacionnyh sistemah // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 1. Pp. 52–58.
7. Amirova Je.F., Klychova G.S. Cifrovaja transformacija agrarnoj jekonomiki // Regional'naja jekonomika: teorija i praktika. 2022. Т. 20. № 1 (496). Pp. 156–167.
8. Oborin M.S. Riski cifrovizacii v sel'skom hozjajstve // Vestnik NGIJeI. 2022. № 6 (133). Pp. 104–111.
9. Mahotlova M.Sh. Tehnologii i osnovnye napravlenija tochnogo zemledelija // Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. 2016. № 1–3 (13). Pp. 51–53.
10. Gric'ko V.V. Opyt cifrovizacii na predpriyatijah APK Rossii // Aktual'nye voprosy sovremennoj jekonomiki. 2022. № 11. Pp. 1245–1250.
11. Timakova R.T., Il'juhina R.V. Cifrovye tehnologii: novye podhody k proslezhivaemosti zernovykh potokov v Rossii // Cifrovye modeli i reshenija. 2023. Т. 2. № 2. Pp. 6.
12. Ivanova D.E., Sibileva A.A. Cifrovizacija kak osnovnoj vektor innovacionnogo razvitija APK // Gosudarstvennoe i municipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski. 2022. № 4. Pp. 309–313.
13. Truflyak E.V. Rejting regionov po ispol'zovaniju jelementov tochnogo sel'skogo hozjajstva. – Krasnodar : KubGAU, 2020. – 37 p.

#### Сведения об авторах

Генералов Иван Георгиевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры сервиса, ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, д 22А, г. Княгинино, Нижегородская область, Россия, 606340, тел. +7 (83166) 4-15-50, e-mail: ivan.generalov.91@bk.ru.

Суслов Сергей Александрович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и автоматизации бизнес-процессов, ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, д 22А, г. Княгинино, Нижегородская область, Россия, 606340, тел. +7 (83166) 4-15-50, e-mail: nccmail4@mail.ru.

Провалёнова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, профессор кафедры организации и менеджмента, ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, д 22А, г. Княгинино, Нижегородская область, Россия, 606340, тел. +7 (83166) 4-15-50, e-mail: provalenova@list.ru.

#### Information about authors

Generalov Ivan Georgievich, Ph.D. of Economic sciences, associate professor of Service Department, State budgetary educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», st. Oktyabrskaya, 22A, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, Russia, 606340, tel. + 7 (83166) 4-15-50, e-mail: ivan.generalov.91@bk.ru.

Suslov Sergey Alexandrovich, Dr. Sci. of Economic sciences, professor of Economics and automation of business processes Department, State budgetary educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», st. Oktyabrskaya, 22A, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, Russia, 606340, tel. + 7 (83166) 4-15-50, e-mail: nccmail4@mail.ru.

Provalyonova Natalya Vladimirovna, Dr. Sci. of Economic sciences, professor of Organization and Management Department, State budgetary educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», st. Oktyabrskaya, 22A, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, Russia, 606340, tel. + 7 (83166) 4-15-50, e-mail: provalenova@list.ru.

УДК 635.21:631.445.4

*Н.М. Гончарова*

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРОКОВ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

**Аннотация.** Картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур. Срок посадки картофеля относится к числу важнейших агротехнических приемов, оказывающих влияние на величину и качество урожая. Цель работы – изучить влияние сроков посадки картофеля на урожай и качество клубней картофеля разных групп спелости. Более поздняя посадка приводит к более быстрому появлению всходов, однако при ранней посадке растения картофеля лучше используют влагу. Наиболее активный рост клубней и формирование товарной массы урожая пришелся на фазу клубненакопления. К уборочной спелости максимальная масса клубней с одного куста у сортов Беллароза и Колобок была на первом сроке посадки и составила 536,3 г и 521,1 г, соответственно. Максимальное количество клубней в кусте было сформировано при первом и втором сроках посадки у сорта Беллароза и составило 10 и 11 шт. соответственно. У сорта Колобок максимальное количество клубней в кусте было сформировано при первом сроке посадки и составило 10 шт./куст. Наибольшая масса клубней у обоих сортов была на первом сроке посадки и составила 44,3 г у сорта Беллароза и 40,3 г у сорта Колобок.

Срок посадки оказывает влияние на фракционный состав клубней. У сорта Беллароза при всех сроках посадки преобладала крупная фракция, у сорта Колобок поздний срок посадки приводил к формированию средней фракции. Максимальная урожайность у всех изучаемых в опыте сортов получена при первом сроке посадки и составила 23,2 т/га и 20,9 т/га у сорта Беллароза и Колобок, соответственно. Более поздний срок посадки приводит к снижению товарности клубней и не оказывает существенного влияния на содержание крахмала в клубнях.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, урожай, хозяйственно-ценный признак.

### STUDY OF THE INFLUENCE OF PLANTING DATES OF POTATOES OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS ON YIELD AND QUALITY INDICATORS

**Abstract.** Potatoes are one of the most important agricultural crops. The timing of planting potatoes is one of the most important agrotechnical practices that influence the size and quality of the crop. The purpose of the work is to study the influence of potato planting dates on the yield and quality of potato tubers of different ripeness groups. Planting later results in faster emergence, but potato plants utilize moisture better when planted early. The most active growth of tubers and the formation of marketable crop mass occurred during the tuber accumulation phase. At harvest ripeness, the maximum weight of tubers per bush in the Bellarosa and Kolobok varieties was at the first planting date and amounted to 536.3 g and 521.1 g, respectively. The maximum number of tubers in a bush was formed during the first and second planting dates of the Bellarosa variety and amounted to 10 and 11 pieces, respectively. For the Kolobok variety, the maximum number of tubers in a bush was formed during the first planting period and amounted to 10 pieces/bush. The largest mass of tubers in both varieties was at the first planting date and amounted to 44.3 g for the Bellarosa variety and 40.3 g for the Kolobok variety.

The planting date affects the fractional composition of the tubers. In the Bellarosa variety, at all planting dates, the large fraction predominated; in the Kolobok variety, the late planting date led to the formation of the middle fraction. The maximum yield for all varieties studied in the experiment was obtained during the first planting period and amounted to 23.2 t/ha and 20.9 t/ha for the Bellarosa and Kolobok varieties, respectively. A later planting date leads to a decrease in the marketability of tubers and does not have a significant effect on the starch content in tubers.

**Keywords:** potato, variety, harvest, economic-valuable sign.

**Введение.** Картофелеводство – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства. Картофель одновременно является продовольственной, кормовой и технической культурой. По энергетической ценности и питательности он занимает пятое место после зерна пшеницы, кукурузы, риса и ячменя [3].

Для получения высоких урожаев картофеля хорошего качества важно использовать адаптированные сорта, здоровый семенной материал и современные технологии возделывания этой культуры. Срок посадки картофеля относится к числу важнейших агротехнических приемов, оказывающих влияние на величину и качество урожая.

Влияние срока посадки на урожай и качество картофеля зависит не только от метеорологических условий, но и от сортовых особенностей растений [1, 4].

Так, по данным И.Н. Романовой с соавторами (4), более поздняя посадка приводит к снижению площади листовой поверхности, а следовательно, и урожайности. Ранняя посадка способствует получению более качественных клубней, которые характеризуются высоким содержанием крахмала и сухого вещества. Поздняя посадка приводит к снижению содержания крахмала, а также способствовала накоплению нитратов в клубнях.

Многие авторы рекомендуют для картофеля разных групп спелости разные сроки посадки [3, 4, 5].

**Цель исследования.** Цель работы – изучить влияние сроков посадки картофеля разных групп спелости на урожай и качество клубней в условиях ООО «Ивушка» Яковлевского района Белгородской области.

**Материалы и методы исследования.** Объекты исследования в опыте сорта картофеля разного срока созревания. Сорт Беллароза относится к сортам раннего срока созревания. Сорт Колобок относится к сортам среднего срока созревания.

За месяц до посадки семенные клубни массой 40-70 грамм были помещены на предварительное проращивание, которое проводилось в пленочной теплице. Во время проращивания, чтобы обеспечить равномерное освещение, клубни периодически переворачивали.

Фенологические наблюдения проводили в течение всего вегетационного периода. Были отмечены даты наступления таких фенологических фаз как всходы, бутонизация, цветение и начало отмирания ботвы. Уборку урожая проводили, когда естественное отмирание ботвы достигало 75 %.

Во время проведения уборки урожая клубни картофеля разделяли на товарные и нетоварные. Клубни, поврежденные гнилью, включали в нетоварный урожай. А клубни картофеля, поврежденные механическим путем, относили к товарному урожаю.

Полевые опыты сопровождались необходимыми учетами и наблюдениями, которые велись согласно требованиям методики полевого опыта Б.А. Доспехова [2].

Предшественник картофеля в опыте – соя. Повторность опыта четырехкратная. Площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, учетная 20 м<sup>2</sup>. Картофель высаживали вручную в предварительно нарезанные гребни. Ширина междурядий – 70 см, расстояние между растениями в рядах – 30 см. Опыты проводились в 2020 и 2021 годах.

Весна 2020 года была ранняя. В марте и апреле осадки были незначительные и составили 22 мм и 15 мм соответственно. Значительные осадки выпали в мае – 111 мм, а в июне осадки были преимущественно в виде кратковременных ливневых дождей. Температура воздуха в апреле была 8,7 °С, а в мае 13,6 °С, что на 0,5 °С и 2,2 °С ниже средней многолетней.

В 2021 году зима была довольно снежной и холодной. В феврале выпало 46 мм осадков в виде снега, температура воздуха при этом была -6,8 °С, что на 1,6 °С ниже средней многолетней. Март и апрель выдались холодными. Хотя днем температура поднималась до 11 °С и 23 °С, ночью она опускалась до -14 °С и -1 °С соответственно. Значительное количество осадков выпало в апреле – 65 мм и в июне – 91 мм. Весна 2021 года была поздней, но потепление наступило довольно резко, так в первой половине мая температура воздуха достигала 29 °С.

**Результаты и обсуждения.** Посадка картофеля пророщенными клубнями проводилась в третьей декаде апреля, первой и второй декадах мая в предварительно нарезанные гребни. За время всего вегетационного периода проводили трехкратную обработку фунгицидами, а также вносили минеральное удобрение N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Убирали картофель на опытных делянках вручную.

При проведении фенологических наблюдений были выявлены существенные различия по наступлению фенофаз у изучаемых сортов картофеля. Оба сорта картофеля в зависимости от срока посадки вступали в ту или иную фазу с разницей почти в месяц.

Так, посадка в более ранний срок сорта Беллароза способствует появлению всходов через 23-25 дней после посадки. Более поздние сроки приводят к более быстрому появлению всходов, так как к этому времени почва уже лучше прогрета. Через две недели после посадки уже отмечается появление всходов.

Фаза бутонизации при первом сроке посадки отмечается в первой, начале второй декады июня, при втором и третьем сроке посадки данная фаза отмечалась в начале и конце третьей декады июня соответственно.

Фаза цветения пришлась на вторую декаду июня при первом сроке посадки и на 1 декаду июля при втором и третьем сроках посадки. Начало отмирания ботвы пришлось на вторую половину июля при первом сроке посадки картофеля и на первую декаду августа при последующих сроках посадки.

Аналогичная закономерность наблюдалась и по сорту Колобок.

Наиболее активный рост клубней и формирование товарной массы урожая пришелся на фазу клубнеобразования. В этот период максимальную массу клубней мы наблюдали у картофеля сорта Беллароза на первом сроке посадки – 274,1 г. У сорта «Колобок» максимальная масса клубней на первом сроке посадки была всего на 22 г меньше. К уборочной спелости максимальная масса клубней с одного куста у сортов Беллароза и Колобок была на первом сроке посадки и составила 536,3 г и 521,1 г соответственно.

При проведении структурного анализа учитывались: число стеблей в кусте, высота стеблей, число клубней в кусте и их средняя масса (табл. 1).

**Таблица 1 – Структурные показатели сортов картофеля в зависимости от сроков посадки, среднее за 2020-2021 гг.**

Сорт	Дата посадки	Число стеблей в кусте, шт.	Высота стеблей, см	Число клубней в кусте, шт.	Средняя масса клубня, г
Беллароза	III декада апреля	4	62,3	10	44,3
	I декада мая	4	64,3	11	39,2
	II декада мая	3	49,6	8	32,5
HCP <sub>05</sub>					2,2
Колобок	III декада апреля	4	71,4	10	40,3
	I декада мая	4	74,3	9	37,2
	II декада мая	3	65,3	6	26,6
HCP <sub>05</sub>					3,4

Как видно из данных, представленных в таблице 1, сроки посадки повлияли на высоту растений, последний срок посадки привел к снижению высоты растений картофеля.

Число клубней в кусте варьировало от 8 шт. при третьем сроке посадки до 11 шт. при втором сроке посадки у сорта Беллароза и от 6 шт. до 10 шт. клубней у сорта Колобок при третьем и первом сроке посадки соответственно.

Наибольшая масса клубней у обоих сортов была на первом сроке посадки и составила 44,3 г у сорта Беллароза и 40,3 г у сорта Колобок.

Средняя масса клубня достоверно снижалась при втором и третьем сроках посадки у сорта Беллароза и при третьем сроке посадки у сорта Колобок.

При анализе фракционного состава было отмечено, что у сорта Беллароза вне зависимости от срока посадки преобладает крупная фракция клубней (табл. 2).

**Таблица 2 – Фракционный состав клубней картофеля в зависимости от сроков посадки, среднее за 2020-2021 гг.**

Сорт	Дата посадки	Фракция клубней, %		
		Мелкая <30 г	Средняя 30-70 г	Крупная >70 г
Беллароза	III декада апреля	8,2	19,4	72,4
	I декада мая	10,2	21,7	68,1
	II декада мая	12,1	28,2	59,7

Колобок	III декада апреля	6,2	23,5	70,3
	I декада мая	10,3	32,4	57,3
	II декада мая	19,2	43,7	37,1

Так, при первом сроке посадки их количество составило 72,4 %, при втором сроке произошло незначительное снижение до 68,1 %, а при последнем сроке посадки количество клубней крупной фракции снизилось на 12,7 %. У сорта Колобок при поздней посадке преобладает средняя фракция клубней, их количество увеличилось на 20,2 %. Так же у этого сорта отмечено снижение крупной фракции клубней на 33,2 % при последнем сроке посадки относительно первого срока.

В таблице 3 представлена урожайность и качественные показатели сортов картофеля в зависимости от сроков посадки.

**Таблица 3 – Урожайность, товарность картофеля и содержание крахмала в клубнях в среднем за 2020-2021 гг.**

Сорт	Срок посадки	Урожайность, т/га	Товарность, %	Содержание крахмала, %
Беллароза	III декада апреля	23,2	96	15,1
	I декада мая	21,7	90	14,7
	II декада мая	17,5	59	14,0
НСР <sub>05</sub>		3,4	15	1,6
Колобок	III декада апреля	20,9	94	12,9
	I декада мая	19,7	88	12,6
	II декада мая	16,7	71	11,8
НСР <sub>05</sub>		4,1	13,3	1,4

Существенных различий по урожайности между первым и вторым сроком посадки картофеля в опыте не наблюдалось. Максимальная урожайность клубней картофеля отмечена при первом сроке посадки и составила у сорта Беллароза 23,2 ц/га, у сорта Колобок 20,9 ц/га. Достоверное снижение урожайности было отмечено при третьем сроке посадки как у сорта Беллароза, так и у сорта Колобок. Более поздняя посадка приводила к снижению товарности клубней с 96 % до 59 % у сорта Беллароза и с 94 % до 71 % у сорта Колобок. На содержание крахмала в клубнях сроки посадки существенного влияния не оказали.

**Заключение.** Сроки посадки картофеля оказали влияние на урожайность сортов разных сроков созревания. Существенное снижение урожайности отмечено только при сроке посадки во второй декаде мая как у сорта Колобок, так и у сорта Беллароза. Товарность клубней достоверно снижается только на последнем сроке посадки у всех изученных сортов, на содержание крахмала в клубнях картофеля сроки посадки существенного влияния не оказали.

Таким образом в условиях хозяйства наиболее оптимальным сроком посадки картофеля сортов разных групп спелости можно считать период с третьей декады апреля до второй декады мая.

#### Библиография

1. Влияние сроков и глубины посадки на продуктивность и качество картофеля / А. К. Горбунов, А. А. Васильев // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 1 (180). – С. 4–9.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985.
3. Подлесный Г.С. Современные особенности организации выращивания картофеля / Г. С. Подлесный // Молодой ученый. – 2017. – № 1 (135) – С. 249–252.
4. Романова И.Н. Продуктивность сортов картофеля разных экотипов в зависимости от условий выращивания / И. Н. Романова [и др.] // Природообустройство. – 2018. – № 5. – С. 103–108.
5. Формирование урожая картофеля в зависимости от срока и глубины посадки: монография / А. А. Васильев, А. К. Горбунов; под ред. Н. В. Глаз. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2022. – С. 4.

#### References

1. The influence of the timing and depth of planting on the productivity and quality of potatoes / A. K. Gorbunov, A. A. Vasiliev // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2019. – № 1 (180). – P. 4–9.
2. Dospikhov B.A. Methodology of field experience / B. A. Dospikhov. – M. : Kolos, 1985.
3. Podlesny G.S. Modern features of the organization of potato cultivation / G. S. Podlesny // Young scientist. – 2017. – № 1 (135) – P. 249–252.
4. Romanova I.N. Productivity of potato varieties of different ecotypes depending on growing conditions / I. N. Romanova [et al.] // Nature management. – 2018. – № 5. – Pp. 103–108.
5. Potato crop formation depending on the time and depth of planting: monograph / A. A. Vasiliev, A. K. Gorbunov; edited by N. V. Glazov. – Chelyabinsk : Publishing House of Chelyabinsk State University, 2022. – P. 4.

#### Сведения об авторе

Гончарова Наталья Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +79192829591, e-mail: nikol.gon4arov2013@yandex.ru.

#### Information about authors

Goncharova Natalia Mikhailovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, FSBEI HE Belgorod SAU, st. Vavilova, d.1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +79192829591, e-mail: nikol.gon4arov2013@yandex.ru.



УДК 631.417.1

**В.В. Горбунов, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров**

## **УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА СВЕКЛОСАХАРНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ В ЦЧР**

**Аннотация.** В Центрально-Чернозёмном регионе проведены полевые опыты по изучению влияния различных способов обработки почвы на продуктивность сахарной свёклы и качественные показатели корнеплодов. В качестве факторов опыта выступали два способа основной обработки почвы – глубокий отвальный с оборотом пласта и минимальный поверхностный не глубже 15 см. На каждый способ основной обработки почвы накладывалось 8 уровней удобрения, предусматривающие использование различных видов и доз азотных удобрений при их весеннем внесении. Почва опытного участка чернозём типичный с типичными характеристиками плодородия. Урожайность корнеплодов сахарной свёклы на вариантах без использования удобрений при условии глубокой отвальной обработки почвы составила 27,1 т/га. При минимализации механического воздействия на почву при мелкой обработке показатель урожайности зафиксирован на уровне 19,8 т/га. Прибавка урожая от внесения осенью  $N_{50}P_{130}K_{130}$  осенью под основную обработку почвы составила 14,2 т/га при отвальной обработке и 22,8 т/га. При внесении весной аммиачной селитры в дозе 35 кг/га д.в. азота урожайность корнеплодов сахарной свёклы составила 46,4 т/га на вспашке и 45,9 т/га при минимальной обработке почвы. Почва имела слабоположительную тенденцию на фоне одинарной дозы аммиачной селитры и резко отрицательную при двойной.

Самый высокий процент сахара в корнеплодах был зафиксирован на делянках, где схемой опыта не предусматривалось внесение удобрений, и составил 19,8-20,4 % с большими абсолютными значениями при минимальной обработке почвы. На вспашке при использовании только фонового минерального удобрения сахаристость составила 18,9 %, а при минимальном способе обработки почвы повысилась до 19,3 %. При использовании КАС-32 в количестве 100 кг/га по вегетации недобор сахара в процентном отношении по сравнению с применением одной подкормки аммиачной селитрой составил 0,9-1,2 % при вспашке и 1,1-1,4 % при минимальной обработке почвы. Увеличение дозы вдвое сопровождалось дальнейшим снижением содержания сахара в корнеплодах до уровня 17,0-17,7 % при глубокой обработке и 16,6-17,4 % при мелкой.

**Ключевые слова:** урожайность, качество, сахарная свёкла, чернозём, обработка почвы, удобрения.

## **THE YIELD OF SUGAR BEET AND THE TECHNOLOGICAL QUALITIES OF SUGAR BEET RAW MATERIALS DURING VARIOUS TILLAGE IN THE CDR**

**Abstract.** Field experiments were conducted in the Central Chernozem region to study the effect of various methods of tillage on sugar beet productivity and quality indicators of root crops. Two methods of basic tillage were used as experience factors - a deep dump with a reservoir turnover and a minimum surface one no deeper than 15 cm. 8 levels of fertilization were applied to each method of basic tillage, providing for the use of various types and doses of nitrogen fertilizers during their spring application. The soil of the experimental site is typical chernozem with typical fertility characteristics. The yield of sugar beet root crops on variants without the use of fertilizers under the condition of deep dump tillage was 27.1 t/ha. While minimizing the mechanical impact on the soil during fine processing, the yield index was fixed at the level of 19.8 t/ha. The increase in yield from the application of  $N_{50}P_{130}K_{130}$  in autumn for the main tillage amounted to 14.2 t/ha with dump treatment and 22.8 t/ha. When applying ammonium nitrate in the spring at a dose of 35 kg/ha, d.v. The nitrogen yield of sugar beet root crops was 46.4 t/ha on plowing and 45.9 t/ha with minimal tillage. The soil had a weakly positive tendency against the background of a single dose of ammonium nitrate and sharply negative with a double dose.

The highest percentage of sugar in root crops was recorded in plots where the experiment scheme did not provide for fertilization. and it amounted to 19.8-20.4 % with high absolute values with minimal tillage. When plowing with only background mineral fertilizer, the sugar content was 18.9 %, and with a minimal method of tillage it increased to 19.3 %. When using CAS-32 in the amount of 100 kg/ha during the growing season, the percentage of sugar shortage compared to the use of a single top dressing with ammonium nitrate was 0.9-1.2 % during plowing and 1.1-1.4 % with minimal tillage. Doubling the dose was accompanied by a further decrease in the sugar content in root crops to the level of 17.0-17.7 % with deep processing and 16.6-17.4 % with shallow processing.

**Keywords:** yield, quality, sugar beet, chernozem, tillage, fertilizers.

**Введение.** Для Центрально-Чернозёмного региона России сахарная свёкла является одной из важнейших технических культур [1]. Технологии её возделывания являются самыми затратными по объёму вложенных сил и средств [2]. В связи с этим оптимизация отдельных технологических операций позволит снизить производственные затраты, повысить рентабельность производства и увеличить прибыль [3, 4]. Самой энергоёмкой составляющей агротехнологии возделывания сахарной свёклы является основная обработка почвы. Мы в своих опытах на фоне различных вариантов удобрения изучили возможность применения под сахарную свёклу минимальной поверхностной обработки почвы как альтернативного способа воздействия на почву. Поскольку интегральным показателем любой агротехнологии является продуктивность сельскохозяйственных культур, мы изучили влияния факторов опыта на урожайность сахарной свёклы и технологические качества свеклосахарного сырья.

**Цели и задачи.** Основной целью наших исследований являлось установление зависимости продуктивности сахарной свёклы от уровня механического воздействия на почву. Для достижения цели исследования мы определили поделочно урожайность сахарной свёклы, сахаристость корнеплодов, а также на основании лабораторных анализов рассчитали потери сахара и, как конечный итог, выход белого сахара, т.е. конечного продукта технологической переработки корнеплодов.

**Материалы и методы.** Полевые опыты проводились на территории Центрально-Чернозёмного региона России, на землях первого производственного участка агропромышленной компании «Заречьё» Грайворонского района Белгородской области.

В полевом опыте по разработке научных основ дифференциации обработки почвы на сахарной свёкле изучались два способа – отвальная глубокая классическим плугом с полным оборотом пласта на глубину 27-30 см и мелкая с глубиной воздействия 12-15 см с сохранением чередования слоёв почвы с их перемешиванием.

На два варианта основной обработки почвы накладываются 8 вариантов удобрённости.

1. Контроль;
2. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>;
3. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>+ N<sub>35</sub>;
4. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>+ N<sub>35</sub> + N<sub>32</sub>;
5. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>+ N<sub>35</sub> + N<sub>64</sub>;
6. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>+ N<sub>70</sub>;
7. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>+ N<sub>70</sub> + N<sub>32</sub>;
8. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>+ N<sub>70</sub> + N<sub>64</sub>.

Расположение делянок в опыте систематическое. Размер элементарной делянки – 100 м<sup>2</sup> (4 х 25 м). Повторность трехкратная. Защитный коридор между блоками делянок составлял 10 м для удобства разворота сельскохозяйственной техники и во избежание краевого эффекта при действии факторов опыта.

**Результаты и обсуждение.** Интегрированным показателем, характеризующим эффективность любой составляющей части агротехнологии, будь то способ основной обработки почвы или различная насыщенность посевов минеральными удобрениями, является урожайность сельскохозяйственных культур, полученная при выполнении этих условий.

В нашем эксперименте урожайность корнеплодов сахарной свёклы на вариантах без использования удобрений при условии глубокой отвальной обработки почвы составила 27,1 т/га. При аналогичных условиях, но при минимализации механического воздействия на почву при мелкой обработке показатель урожайности зафиксирован на уровне 19,8 т/га (табл. 1). Столь существенная разница объясняется лучшей мобилизацией питательных веществ почвенных запасов для использования растениями, а также более интенсивной минерализацией органического вещества почвы при создании более рыхлого и глубокого пахотного слоя при вспашке.

В системе удобрения севооборотов для сахарной свёклы предусмотрено максимальное количество минеральных и органических удобрений. Данная культура отличается чрезвычайно высокой отзывчивостью на внесение удобрительного продукта и самой высокой окупаемостью удобрений единицей получаемой сельскохозяйственной продукцией. Подтверждением данному факту являются экспериментальные данные по урожайности сахарной свёклы на вариантах внесения N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> осенью под основную обработку почвы. Прибавка урожая от данной технологии составила 14,2 т/га при отвальной обработке и 22,8 т/га, т.е. более 100 % к уровню контроля при минимальной обработке почвы.

**Таблица 1 – Урожайность корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от способов обработки почвы и уровня удобрённости при глубокой отвальной обработке почвы. Среднее 2019-2021 гг., т/га**

Уровень удобрённости	Урожайность, т/га	Прибавка		
		от системы удобрения	от первой подкормки	от второй подкормки
Контроль	27,1	-	-	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	41,3	+14,2	-	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>35</sub>	46,4	+19,3	+5,1	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>35</sub> + N <sub>32</sub>	45,0	+17,9	-	-1,4
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>35</sub> + N <sub>64</sub>	47,2	+20,1	-	+0,8
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>70</sub>	48,8	+21,7	+7,5	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>70</sub> + N <sub>32</sub>	46,3	+19,2	-	-2,5
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>70</sub> + N <sub>64</sub>	47,7	+20,6	-	-1,1
HCP <sub>05</sub>	3,5			

Большие величины прибавки при мелкой обработке отмечаются ввиду более полного использования питательных веществ минеральных удобрений при их заделке в поверхностный слой почвы. В этом случае предотвращаются потери азота от вымывания и фосфора и калия от необменного поглощения и закрепления твёрдой фазой почвы.

Основной целью наших исследований являлось определение эффективности различных азотных подкормок для получения дополнительного урожая сахарной свёклы.

Как показали результаты исследований, при внесении весной аммиачной селитры в дозе 35 кг/га д.в. азота урожайность корнеплодов сахарной свёклы составила 46,4 т/га на вспашке и 45,9 т/га при минимальной обработке почвы. Таким образом, зафиксированные прибавки от этого агрохимического приёма превышают наименьшую существенную разность по опыту и, следовательно, достоверны.

Увеличение дозы внесения в этот срок азотного удобрения в два раза повлекло за собой дальнейший рост продуктивности сахарной свёклы. Полученная на этих вариантах прибавка составила 7,5-8,5 т/га при вспашке и минимальной обработке почвы соответственно (табл. 2).

**Таблица 2 – Урожайность корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от способов обработки почвы и уровня удобрённости при минимальной обработке почвы. Среднее 2019-2021 гг., т/га**

Уровень удобрённости	Урожайность, т/га	Прибавка		
		от системы удобрения	от первой подкормки	от второй подкормки
Контроль	19,8	-	-	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	42,6	+22,8	-	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>35</sub>	45,9	+26,1	+3,3	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>35</sub> + N <sub>32</sub>	46,1	+26,3	-	+0,2
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>35</sub> + N <sub>64</sub>	46,6	+26,8	-	+0,7
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>70</sub>	51,1	+31,3	+8,5	-
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>70</sub> + N <sub>32</sub>	49,3	+29,5	-	-1,8
N <sub>50</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>70</sub> + N <sub>64</sub>	50,5	+30,7	-	-0,6
HCP <sub>05</sub>	3,2			

Подкормка карбамидно-аммиачной смесью по вегетации сахарной свёклы в любых дозах и сочетаниях не привела к повышению урожайности корнеплодов. На вспашке прибавка от этого агроприёма отсутствовала, а на минимальной обработке почвы имела слабоположительную тенденцию на фоне одинарной дозы аммиачной селитры и резко отрицательную при двойной. При 70 кг/га д.в. азота аммиачной селитры недобор урожая сахарной свёклы составил 1,1-2,5 т/га при вспашке и 0,6-1,8 т/га при минимальной обработке почвы.

Содержание сахара в корнеплодах сахарной свёклы является важным качественным показателем свеклосахарного сырья. От этого показателя зависит объем получаемого с единицы площади конечного продукта свеклопроизводства – сахара. При низком его содержании корнеплоды становятся водянистыми, нарушаются внутренние структурные связи, они плохо хранятся и более интенсивно поражаются всеми видами гнилей.

Исследованиями многих учёных установлено, что при повышенном уровне азотного питания снижается сахаристость корнеплодов. В нашем опыте были проанализированы лабораторные данные по содержанию в корнеплодах сахара на всех вариантах полевого эксперимента и установлены зависимости сахаристости от изучаемых факторов.

Самый высокий процент сахара в корнеплодах был зафиксирован на делянках, где схемой опыта не предусматривалось внесение удобрений. На этих вариантах корнеплоды имели небольшие размеры, но плотную структуру, пониженное содержание влаги и удлинённую форму, уходящую глубоко в почву. Такие корнеплоды представляют крайне неудобное обстоятельство при механической уборке сахарной свёклы, поскольку части свекловичного комбайна, подкапывающие корнеплод, срезают нижнюю продукционную часть и, соответственно, она остаётся в земле и не попадает в объем полученного урожая. Содержание сахара на контроле без удобрений составило 19,8-20,4 % с большими абсолютными значениями при минимальной обработке почвы.

Минеральные удобрения, внесённые осенью, несмотря на положительное влияние на формирование корнеплодов больших размеров, показали достойный уровень содержащихся в них сахаров. На вспашке данный показатель составил 18,9 %, а при минимальном способе обработки почвы повысился до 19,3 %, что превышает средневзвешенный показатель по регионам Центрально-Чернозёмной зоны за годы проведения исследований.

Минеральные азотные удобрения, внесённые весной, оказали умеренно негативное влияние на показатель сахаристости корнеплодов сахарной свёклы. Если от одинарной дозы снижение по сравнению с фоновым осенним внесением минеральных комплексных удобрений составило 0,1-0,3 %, что находится в пределах допустимой ошибки опыта, то при удвоении количества азота, сахаристость снижается уже на 0,5-0,8 %, что является уже достоверной величиной. Следует отметить, что данная закономерность сильнее проявляется при глубокой отвальной обработке почвы и менее выражена при минимальном воздействии на почву.

Как уже отмечалось, азотные соединения, в избыточных количествах усваиваемые растениями, провоцируют снижение содержания в корнеплоде сахара, способного перейти в раствор при технологической обработке и стать после серии операций конечным продуктом, реализуемым в торговле и приносящим реальную прибыль товаропроизводителям.

Именно этот факт и был зафиксирован в наших опытах в результате лабораторного анализа свеклосахарного сырья с вариантов, где предусматривается подкормка посевов сахарной свёклы жидким азотным удобрением. На этих делянках зафиксированы самые низкие показатели сахаристости. При использовании КАС-32 в количестве 100 кг/га по вегетации недобор сахара в процентном отношении по сравнению с применением одной подкормки аммиачной селитрой составило 0,9-1,2 % при вспашке и 1,1-1,4 % при минимальной обработке почвы. Увеличение дозы вдвое сопровождалось дальнейшим снижением содержания сахара в корнеплодах до уровня 17,0-17,7 % при глубокой обработке и 16,6-17,4 % при мелкой, что составляет 1,2-1,8 % от вариантов, где данная подкормка не применялась.

В целом, при возделывании сахарной свёклы по современным технологиям с использованием высокоинтенсивных гибридов, высокой культуре земледелия и своевременном применении средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней возможно получать достойный уровень содержания сахара в подземной части растений сахарной свёклы при условии умеренного использования азотных удобрений.

Конечным, результирующим продуктом выращивания сахарной свёклы является показатель выхода «белого» сахара на заводе. Рассчитывается данный показатель путем учёта всех возможных потерь, таких как потери сахара в мелассе, т.е. содержание в корнеплодах калия и натрия, которые препятствуют кристаллообразованию и содержание «вредного», альфа-аминного азота, присутствие которого в свеклосахарном сырье переводит сахара в недоступную для получения кристаллов форму.

Согласно полученным материалам, максимальный выход сахара был получен при минимальной обработке почвы с использованием одной подкормки посевов свёклы аммиачной селитрой в дозе 70 кг/га д.в. азота. В этих условиях получено 6,98 т/га чистого сахара.

На контроле без применения удобрений ввиду крайне низкой урожайности был получен наименьший результат – 3,77 т/га при минимальной обработке почвы и 3,98 т/га при вспашке, что вполне коррелирует с показателями урожайности и обрата пропорционально сахаристости.

Внесение аммиачной селитры под сахарную свёклу весной положительно сказалось на заводском выходе сахара. Прибавки в получении итогового продукта составили по вспашке 0,52 и 0,66 т/га от одинарной и двойной доз удобрительного компонента. При переходе на минимальный способ основной обработки почвы данный показатель изменился незначительно с сохранением описанной выше тенденцией относительно увеличения вносимых удобрений. В этом случае превышение выхода сахара на заводе над контрольным фоновым вариантом составило 0,24 и 0,92 т/га соответственно по одинарной и двойной дозам.

Использование комбинированного азотного удобрения, содержащего амидные и аммонийные формы этого элемента, по вегетирующим растениям сахарной свёклы создало предпосылки для резкого снижения количества получаемого сахара. Несмотря на довольно высокий уровень урожайности на этих вариантах, качество корнеплодов было плохое, химический состав не сбалансирован, что вылилось в значительный объем потерь при технологических процессах переработки корнеплодов сахарной свёклы на заводе.

На фоне N<sub>35</sub> при первой подкормке снижение количества «белого» сахара составило 0,31-30,7 т/га при минимальной обработке почвы. При условии использования под сахарную свёклу в качестве почвообрабатывающего орудия в виде отвального плуга, потери сахара резко возрастают – до 1,19-1,35 т/га. На фоне N<sub>70</sub> данная тенденция сохраняется при примерно равном порядке потерь в абсолютных величинах.

Примечательно, что по всем удобренным вариантам повышает количество в корнеплодах «вредного» альфа-аминного азота, при усилении этого процесса при глубокой отвальной обработке почвы.

Необходимо отметить, что даже осеннее внесение комплексных минеральных удобрений под основную обработку почвы повышает содержание «вредного» альфа-аминного азота на величину 1,6-2,2 мг-экв./100 г почвы по сравнению с неудобренными вариантами.

Максимальное содержание альфа-аминного азота зафиксировано при использовании двойной дозы карбамидно-аммиачной смеси при его применении по вегетирующим растениям сахарной свёклы, уже формирующим к этому времени корнеплоды и активно потребляющим свободные и доступные соединения азота в избыточных количествах.

Потери сахара ввиду наличия только вредного азота не отражают общую картину снижения эффективности технологических процессов. Необходимо учитывать еще такой важный показатель, как потери сахара в мелассе, обусловленные наличием калия и натрия, вызывающих пептизацию мелассы и мешающих очистке клеточного сока.

**Заключение.** В целом этот показатель отражает ту же тенденцию, когда с увеличением количества азотных удобрений ухудшаются показатели качества корнеплодов.

Вместе с тем, как свидетельствуют, содержание калия и натрия в мелассе не имеет прямой зависимости от вида, дозы и сроков использования минеральных удобрений. Характер действия этого показателя лежит в плоскости сложных физиологических процессов и химических реакций, проходящих не только в самих корнеплодах, но и в зоне корневой системы, а также реакций реутилизации, когда химические соединения перераспределяются из отмирающих листьев нижнего яруса розетки верхней части растений сахарной свёклы и идущих на построение соединительной ткани корнеплодов, формируя тем самым не только количественную составляющую будущего урожая, но и закладывая фундамент будущего химического состава корнеплодов сахарной свёклы.

#### Библиография

1. Азаров В.Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья / В. Б. Азаров. – Белгород, 2004. – 204 с.
2. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современном земледелии / В.Я. Родионов. – Белгород, 2013. – 213 с.
3. Кравченко Д.П. Стимулирование инновационной активности в аграрном секторе России / Д. П. Кравченко, О. С. Акупиан // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 192–201.
4. Човган Н.И. Инструменты инвестирования в «зелёную» экономику: мировой опыт и перспективы в России / Н. И. Човган, О. С. Акупиан // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – № 11. – С. 46–50. – DOI 10.31442/0235-2494-2020-0-11-46-50.

#### References

1. Azarov V.B. Monitoring of soil fertility in the Central Chernozem region / V. B. Azarov. – Belgorod, 2004. – 204 p.
2. Rodionov V.Ya., Kloster N.I. Fertilizers in modern agriculture / V. Ya. Rodionov. – Belgorod, 2013. – 213 p.
3. Kravchenko, D.P. Stimulating innovative activity in the agricultural sector of Russia / D. P. Kravchenko, O. S. Akupiyana // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2022. – № 3 (35). – Pp. 192–201.
4. Chovgan N.I. Instruments of investing in the «green» economy: world experience and prospects in Russia / N. I. Chovgan, O. S. Akupiyana // The economics of agricultural and processing enterprises. – 2020. – № 11. – Pp. 46–50. – DOI 10.31442/0235-2494-2020-0-11-46-50.

#### Сведения об авторах

Горбунов Василий Васильевич, аспирант, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: GorbunovVV@mail.ru.

Лоткова Виктория Викторовна, магистрантка агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Азаров Владимир Борисович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

#### Information about authors

Gorbunov Vasily Vasilievich, graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: GorbunovVV@mail.ru.

Lotkova Victoria Viktorovna, master's student at the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Azarov Vladimir Borisovich, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Аннотация.** В статье представлено обсуждение на основе теоретических обобщений и анализа результатов собственных экспериментальных исследований приёмов создания селекционного материала при сочетании традиционных и новых методов селекции как технологии.

Все современные методы селекции не исключают применения традиционных методов и могут быть сгруппированы по трем направлениям: селекция путем отбора на основе естественной изменчивости; селекция, основанная на контролируемых скрещиваниях; селекция, основанная на контролируемой рекомбинации с использованием молекулярных манипуляций.

Объектом исследования является оригинальный селекционный материал, который изучается во всех звеньях селекционного процесса.

В изучении исходного материала получило распространение новое направление исследований – создание генетических коллекций доноров и источников нужных признаков с последующим анализом их сочетаний.

Схема поиска и использования исходного материала включает поиск сортообразцов по комплексу признаков, их эколого-географическое изучение, генетическое изучение наиболее ценных методом системных скрещиваний, выявление доноров селекционно-значимых генов и подбор родительских пар. Методы скрещивания основаны на принципах признака, генетической и эколого-географической отдалённости родительских форм. В авторской селекционной программе чаще всего используются простые парные скрещивания, реципрокные межвидовые и ступенчатые скрещивания.

Работа с гибридным материалом включает отбор родоначальных элитных растений и изучение потомств в питомниках и испытаниях: по показателям продуктивности и качества, по функциональной активности фотосинтеза, адаптивной способности и норме реакции генотипов.

Показано применение в селекционном процессе методов изучения интенсивности фотосинтеза на интактных растениях в режиме реального времени, электрофореза, способа отбора генотипов, обладающих свойством сильной пшеницы, математических методов (дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализ). Рассматривается возможность оптимизации техники проведения селекционных оценок за счет автоматического фенотипирования, цифровизации изображения растений и компьютерного анализа. Сделано заключение о перспективах развития новых методов.

**Ключевые слова:** пшеница, яровая, гибридизация, популяция, отбор, линия, урожайность, устойчивость, методы, оценки, качество, адаптация.

## SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL TOOLS IN THE BREEDING OF SPRING WHEAT

**Abstract.** The article presents a discussion based on theoretical generalizations and analysis of the results of our own experimental studies of methods for creating breeding material with a combination of traditional and new methods of breeding as a technology.

All modern breeding methods do not exclude the use of traditional methods and can be grouped into three areas: selection based on natural variability; selection based on controlled crosses; selection based on controlled recombination using molecular manipulation.

The object of the study is the original breeding material, which is studied in all parts of the breeding process.

A new area of research has become widespread in the study of the source material – the creation of genetic collections of donors and sources of the necessary traits, followed by an analysis of their combinations.

The scheme of search and use of the source material includes the search for varietal samples according to a set of characteristics, their ecological and geographical study, genetic study of the most valuable by the method of systemic crosses, identification of donors of selectively significant genes and selection of parental pairs. The methods of crossing are based on the principles of trait, genetic and ecological-geographical remoteness of parental forms. In the author's breeding program, simple paired crosses, reciprocal interspecies and step crosses are most often used.

Work with hybrid material includes the selection of ancestral elite plants and the study of offspring in nurseries and trials: according to productivity and quality indicators, according to the functional activity of photosynthesis, adaptive ability and the rate of reaction of genotypes.

The application of methods for studying the intensity of photosynthesis on intact plants in real time, electrophoresis, a method for selecting genotypes with the property of strong wheat, mathematical methods (dispersion, correlation, regression analysis) in the breeding process is shown. The possibility of optimizing the technique of conducting breeding assessments through automatic phenotyping, digitalization of plant images and computer analysis is being considered. A conclusion is made about the prospects for the development of new methods.

**Keywords:** wheat, spring wheat, hybridization, population, selection, line, yield, stability, methods, assessments, quality, adaptation.

**Введение.** Предметом селекции как науки является разработка и применение методов управления формообразовательным процессом у живых организмов. Селекция растений представляет собой совокупность методов и способов создания сортов сельскохозяйственных культур, соответствующих современным агротехнологиям и потребностям человека, причем различные типы селекционного процесса включают в себя и различные специфические методы, способы и приемы для целенаправленного воздействия на растения.

Селекция предполагает одновременное улучшение многих признаков, направленное на увеличение потенциальной и реальной продуктивности, повышение технологических и качественных показателей продукции, устойчивости к патогенам, вредителям и стрессовым условиям внешней среды.

Но это чрезвычайно сложная задача из-за полигенной природы и плейотропного характера признаков, генетической корреляции между ними, популяционной генетической структуры и других факторов, поэтому отбор по одним признакам может привести к непредвиденным изменениям других.

В современном растениеводстве прогресс обусловлен в значительной степени достижениями традиционной, классической селекции, основными методами которой является отбор, выбраковка растений с нежелательными характеристиками и размножение.

Эти методы, приемы и технологии опираются на морфологические признаки растений и элементы структуры урожая, оптимальные сочетания которых заложены в моделях сортов для определенных районов их возделывания.

Прогресс в селекции за счет создания сортов интенсивного типа существенно замедлился из-за сужения генофонда селективируемых видов, противоречия между естественным и искусственным отбором, что снижает устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам. Для решения этих проблем традиционные методы во многом исчерпали свои возможности.

В настоящее время традиционная селекция растений дополнительно использует новые методы, основанные на последних достижениях разных наук: генетики, биотехнологии, техники, информатики, автоматизации.

Все современные методы селекции не исключают применения традиционных методов и могут быть сгруппированы по трем направлениям: селекция путем отбора на основе естественной изменчивости в природных или искусственно созданных популяциях; селекция, основанная на контролируемых скрещиваниях разных родителей с последующим отбором желательных рекомбинаций генов и признаков; селекция, основанная на контролируемой рекомбинации путем отбора конкретных генов или маркерных признаков с использованием молекулярных манипуляций.

При всем многообразии биологически оптимальных и хозяйственно ценных признаков и свойств основными критериями оценки селекционного достижения являются урожайность, качество и устойчивость, определяющие направления селекционной работы.

Согласно нашей селекционной программе по яровой пшенице целью работы является создание сортов для условий Центрально-Черноземного региона с содержанием клейковины не ниже 30 % и белка не ниже 14,0 %, с урожайностью зерна мягкой пшеницы 50-55 ц/га и твердой – 40-45 ц/га и высокими хлебопекарными и макаронными качествами, устойчивыми к фитопатогенным и абиотическим факторам среды.

Объектом исследования является оригинальный селекционный материал, который изучается во всех звеньях селекционного процесса. Схема селекционного процесса типовая классическая. Посевы яровой пшеницы размещаются на полях селекционного севооборота. Агротехника – общепринятая для Центрально-Черноземной зоны.

Реализации селекционной программы включает 3 этапа:

- оценка генетических ресурсов яровой пшеницы селекционными и физиолого-биохимическими методами;
- создание селекционного материала и его оценка по показателям продуктивности, ее стабильности и потребительским качествам, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды;
- изучение перспективного материала в питомниках и испытаниях.

Целью данной статьи является обсуждение на основе теоретических обобщений и анализа результатов собственных экспериментальных исследований приёмов создания селекционного материала при сочетании традиционных и новых методов селекции как технологии.

#### **Методы селекции и результаты исследований.**

**Изучение исходного материала.** Материальной основой решения селекционных задач являются генетические ресурсы растений, то есть, тот генетический материал, который представляет интерес для улучшения сельскохозяйственной культуры. Чаще всего используется так называемый первичный генофонд, который содержит в себе сортообразцы данной культуры и других видов, легко скрещивающиеся с культурными.

В селекционной практике изучение исходного материала и установление его генотипического потенциала проводится методами классической генетики и селекции - посредством гибридологического анализа. Оно направлено на поиск генов и анализ их экспрессии.

Предположительная идентификация нужных генов у сортообразцов проводится визуально по фенотипическим признакам. Образцы с оптимальным сочетанием нужных признаков включают в скрещивания с различным селекционным материалом, чтобы передать эти признаки в культурные сорта.

Эти задачи можно решать относительно удачно при использовании моногенно наследуемых признаков. Но большинство хозяйственно ценных признаков, в частности, продуктивность, наследуются полигенно, и выявить гены с малыми эффектами действия очень трудно. Традиционные подходы идентификации генов методом фенотипирования явно устарели.

Нужны новые подходы к изучению и использованию генетических ресурсов для рационального использования в селекционной практике. Нужны более полные знания о характере генетического контроля сложных полигенных признаков. Для этого применяют, в частности, метод диаллельного анализа [1, 2].

Для идентификации генов, которые могут быть ассоциированы с интересующими селекционера признаками, получило распространение новое направление исследований – создание коллекций доноров и источников нужных признаков с последующим анализом их сочетаний.

Сложность исследований заключается в том, что для получения фенотипических данных сортообразцов требуется большое число измерений растений. Это очень трудоемкий процесс, поскольку проводится большей частью визуально, так как большинство морфологических признаков растений трудно оценить количественно, например, форма и цвет колоса, характер опушения, тип остистости, характер облиственности, архитектура растений и многие другие.

Решить проблему может применение новых технологий фенотипирования с помощью компьютерного анализа цифровых изображений [3].

Изучение коллекции пшеницы проводится по Методическим указаниям ВИР (1985) [4]. За последние годы в нашем коллекционном питомнике изучено более 800 сортообразцов мягкой и твердой яровой пшеницы. В результате этой работы была сформирована рабочая коллекция. Комплексная оценка проведена по основным морфо-биологическим признакам и свойствам: элементы продуктивности, фенологические особенности, устойчивость к болезням (ржавчина, пятнистости, септориоз) и полеганию, показатели качества зерна, общая оценка перед уборкой.

Для объективности оценки сорта по комплексу основных признаков степень их выраженности была обозначена кодами от 1 до 9. Так, наименьшее значение признака обозначалось 1, а наибольшее 9 (табл.1). Каждому коду соответствовал интервал варьирования признака у сорта.

**Таблица 1 – Коды выраженности признаков сортообразцов яровой пшеницы**

№	Признаки	Коды выраженности признаков					
		1	3	5	7	9	
		очень слабая	слабая	средняя	сильная	очень сильная	
1	Длина колоса, см	менее 4,0	4,1-6,0	6,1-8,0	8,1-12,0	более 12	
2	Число колосков в колосе, шт.	менее 12	12-17	18-23	24-29	более 29	
3	Число зерен в колоске, шт.	менее 1,5	1,6-3,5	3,6-4,5	4,6-5,5	более 5,5	
4	Масса 1000 зерен, г	34,0-36,0	36,1-40,0	40,1-45,0	45,1-50,0	более 50,0	
5	Стекловидность зерна, %	м	менее 25	26-45	26-45	46-60	61-80
		т	-	менее 80	80-95	более 95	-
6	Содержание белка в зерне, %	8,1-9,0	9,1-12,0	12,1-14,0	14,1-17,0	более 17	
7	Устойчивость к патогенам, % поражения	более 50	50	25	10	менее 10	

Результаты анализа сортообразцов коллекции представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Характеристика коллекционных сортообразцов яровой пшеницы по основным хозяйственно-биологическим признакам**

Сортообразец	Коды выраженности признаков						
	Длина колоса	Число колосков в колосе	Число зерен в колоске	Масса 1000 зерен	Стекловидность	Содержание белка в зерне	Устойчивость к патогенам
Аквилон	7	5	5	5	7	7	7
СУ Ахаб	7	5	3	9	7	8-9	8
Буран	7	3	5	4	6	8	7
Дар Черноземья	5	5	5	3	3	7	7
Дар Черноземья 2	5	3	5	3	3	7	7
Дарья	7	5	5	3	6	7	3
Злата	7	3	5	5	6	5	5
Икар	7	5	3	3	3	3	5
Йолдыз	7	5	5	8	5	5	5
Кинельская Нива	7	5	5	3	5	5	5
Кинельская юбилейная	7	3	5	3	5	5	4
Лицамеро	7	5	5	5	7	7	7
Любава	7	5	5	3	7	7	4
Н 15-3	7	5	5	3	5	5	7
Памяти Плахотникова	7	3	5	5	5	7	4
Реал	5	3	7	8	7	8	7
Сансет	7	5	5	7	6	7	7
Токката	7	5	5	7	7	7	5
Торридон	7	3	5	3	6	7	6-8
Тритордеум	5	5	5	2	3	5	5
Тулайковская 10	7	5	7	3	8	7-9	5
Ульяновская 101	7	5	5	4	9	5	5
Черноземноуральская	7	5	3	4	5	6	5
Экада 258	7	5	3	1-3	7	5-7	5
Эстер	7	3	5	3	7	5	7
Reina 29	7	3	5	4	5	4	7

Такая кодировка признаков позволила более конкретно сгруппировать сортообразцы по степени выраженности каждого признака и выявить лучшие. Например, по массе 1000 зерен (табл. 3) выделились сортообразцы СУ Ахаб, Йолдыз, Реал, Сансет и Токката (более 45,1 г).

**Таблица 3 – Группировка сортов по крупности зерна**

Код признака	Масса 1000 зерен, г	Сортообразцы
2	39,8	Тритордеум, Экада 258
3	36,1-40,0	Дар Черноземья, Дар Черноземья 2, Дарья, Икар, Кинельская Нива, Кинельская юбилейная, Любава, Н 15-3, Торридон, Тулайковская 10, Эстер
4	40,1	Буран, Ульяновская 101, Черноземноуральская, Reina 29
5	40,1-45,0	Аквилон, Злата, Лицамеро, Памяти Плахотникова
7	45,1-50,0	Сансет, Токката
8	50,1	Йолдыз, Реал
9	более 50,0	СУ Ахаб

Полученные данные были систематизированы, и на их основании создан «Банк данных образцов коллекции яровой пшеницы», который используется для направленного подбора пар при скрещиваниях [5].

**Методы создания селекционного материала.** Менделеевские закономерности наследования признаков при скрещивании положили начало научно обоснованному подходу к селекции растений. С тех пор гибридизация стала классическим методом создания нового исходного материала, который не потеряет актуальности и значимости «в обозримом будущем». Как отмечал Жученко А.А. (1981), «...метод комбинационной селекции, базирующийся на гибридизации и мейотической рекомбинации, будет определяющим в управлении наследственной изменчивостью культурных растений» [6].

При гибридизации происходят не просто суммирование признаков и свойств растений, в результате сложных формообразовательных процессов развиваются совершенно новые качества, что особенно ценно для эффективного отбора. Основой этой изменчивости являются перекомбинация генов и трансгрессии.

Главная проблема комбинационной селекции – разработка методов управления формообразовательным процессом на основе различных принципов подбора родительских форм.

При всем многообразии подходов к подбору родительских пар есть три основных принципа: принцип гена, принцип признака и принцип ожидаемых трансгрессий, каждый из которых включает разные методы.

Но ни один из этих методов подбора родительских форм не является идеальным и не применяется в чистом виде, их применяют системно, дополнительно друг к другу.

Схема поиска и использования исходного материала включает поиск сортообразцов по комплексу признаков, их эколого-географическое изучение, генетическое изучение наиболее ценных методом системных скрещиваний, выявление доноров селекционно-значимых генов и подбор родительских пар.

**Методы скрещивания.**

**Принцип признака.** В нашей селекционной программе чаще всего используем простые парные скрещивания, реципрокные межвидовые и ступенчатые скрещивания. Родительскими формами служат сортообразцы из рабочей коллекции и оригинальный селекционный материал, чаще всего – лучшие формы из питомников, которые подбираем по принципу признака, то есть, с максимальным набором положительных признаков и свойств [7].

В таблице 4 приведен пример отдаленных межвидовых скрещиваний. Чаще всего целью таких скрещиваний является объединение признаков продуктивности и качества зерна от мягкой и твердой пшеницы. В частности, сорта Дар Черноземья и Дар Черноземья 2 созданы на основе сложных скрещиваний родительских форм пшеницы двух видов.

**Таблица 4 – Схема скрещиваний в 2010 году**

№ комбинации	Материнская форма	Отцовская форма	Кол-во гибридных семян
	♀	♂	
	<b>Tr. durum</b>	<b>Tr. aestivum</b>	
1	Линия 2141/2(99)	Воронежская 16	73
2	Линия 222(98)/03	Воронежская 16	69
3	Линия 416/2(02)	Воронежская 16	56
4	Дуэт Черноземья 2	Линия 235/39(00)	36
5	Дуэт Черноземья 2	Линия 330/1(01)	51
6	Дуэт Черноземья 2	Линия 486/3(02)	62
7	Дуэт Черноземья 2	Линия 518/5(02)	67
8	Дуэт Черноземья 2	Воронежская 16	71
	<b>Tr. aestivum</b>	<b>Tr. durum</b>	
9	Воронежская 16	Линия 2141/2(99)	56
10	Воронежская 16	Линия 222(98)/03	62
11	Воронежская 16	Линия 416/2(02)	65
12	Воронежская 16	Линия 416/3(02)	66
13	Воронежская 16	Дуэт Черноземья 2	60
Всего			<b>794</b>

**Метод генетической отдалённости родительских форм** основан на использовании оптимального сочетания морфологических и физиологических признаков в фенотипе.

Одной из причин того, что повышение продуктивности растений достигло определенного предела, является то, что традиционные методы селекции не затрагивают процессы повышения фотоэнергетического потенциала селективируемых сортов. Он не изменился в результате селекции и остался на уровне, определенном эволюцией.

В настоящее время перспективным направлением считается повышение активности и эффективности фотосинтеза селекционным путем [8, 9].

В нашей программе проведена оценка коллекционных сортообразцов яровой пшеницы по показателям фотосинтетической деятельности растений. Применен метод изучения интенсивности фотосинтеза на интактных растениях в режиме реального времени с помощью портативного газоанализатора Li-COR – 6400 по оригинальной методике фирмы Li-COR. Выделенные сортообразцы включены в селекционный процесс (табл. 5).



**Таблица 5 – Оценка сортообразцов яровой пшеницы по функциональной активности фотосинтеза листьев (2015-2016 гг.)**

Сортообразец	Интенсивность фотосинтеза, $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$	Интенсивность транспирации, $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$	Температура листа, °C
Любава	14,79	4,44	28,99
Дарья	13,92	5,40	28,72
Кинельская юбилейная	13,88	6,05	29,97
Кинельская Нива	13,68	6,49	30,68
Йолдыз	13,19	3,37	28,73
Ульяновская 101	12,98	6,88	30,36
Злата	12,66	6,13	29,03
Черноземоуральская	11,36	7,89	30,26
Эстер	10,40	6,69	29,46

В 2016-2019 годах проведены скрещивания по 62 комбинациям. Методом «педигри» отобраны родоначальные растения и заложено 1680 линий. В качестве примера представлена характеристика лучших линий из гибридной комбинации Кинельская нива × Дарья в сравнении с родительскими формами (табл.6, 7).

**Таблица 6 - Активность фотосинтеза у селекционных линий из гибридной комбинации Кинельская нива × Дарья, 2019 г**

Линия	Интенсивность фотосинтеза, $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$	Интенсивность транспирации, $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$	Эффективность фотосинтеза
♀ Кинельская нива	15,97	5,82	2,74
Линия 157/8	18,14	5,74	3,16
Линия 171/12	15,99	8,16	1,96
Линия 171/24	18,24	6,00	3,04
Линия 172/5	13,79	6,10	2,26
Линия 172/35	16,97	4,09	4,15
Линия 173/6	14,41	6,08	2,37
Линия 173/18	16,09	5,06	3,34
Линия 174/10	15,39	5,68	2,71
Среднее	16,13	5,86	2,81
♂ Дарья	14,89	5,75	2,59

Как видно из приведенных данных, Линия 157/8, Линия 171/24, Линия 172/35 и Линия 173/18 характеризуются не только высокой интенсивностью, но и эффективностью фотосинтеза.

**Таблица 7 – Результаты структурного анализа линий из гибридной комбинации Кинельская нива x Дарья, 2019 г**

Линия	Кустистость		Высота растения см	Длина колоса см	Число в колосе		Масса зерна, г		
	общая	продуктивная			колосков	зерен	1 колоса	1 растен.	1000 зерен
♀	1,3	1,3	106,0	8,7	17,3	39,5	1,46	1,58	37,1
Л. 157/8	1,6	1,5	91	8,4	12,2	34,6	1,50	1,89	43,3
Л. 171/12	1,9	1,8	81	7,1	11,9	28,2	1,11	1,69	39,2
Л. 171/24	1,7	1,5	96	9,4	13,1	39,4	1,55	1,95	39,3
Л. 172/5	1,7	1,5	88	7,6	13,7	33,5	1,27	1,60	37,8
Л. 172/35	1,7	1,6	81	8,4	12,3	41,1	1,57	2,12	38,1
Л. 173/6	1,6	1,4	71	7,9	12,2	34,3	1,20	1,40	34,9
Л. 173/18	1,7	1,5	76	7,8	12,1	31,1	1,20	1,51	38,5
Л. 174/10	1,9	1,8	75	6,6	11,3	25,9	1,03	1,57	39,6
Среднее	1,7	1,6	82	7,9	12,3	33,5	1,30	1,72	38,8
♂	1,2	1,1	72,0	8,0	17,2	33,9	1,07	1,18	31,6

На основании полевых и лабораторных учетов, оценок и наблюдений, проверок выравненности линий, выявления преимуществ над стандартом по морфо-физиологическим признакам, по устойчивости к полеганию и другим признакам выбраковано 87,2 % линий. Заложено 215 константных линий для изучения в последующих селекционных звеньях.

В 2022 году в контрольном питомнике изучено 58 селекционных номеров. 15 линий превысили по урожайности стандарт Токката. В предварительном сортоиспытании 17 сортов по урожайности были на уровне стандарта, и 1 сорт – линия из комбинации Кинельская нива x Любава достоверно ему уступил.

В 2023 году все 8 сортов предварительного сортоиспытания и 2 линии конкурсного (из комбинаций Кинельская юбилейная x Кинельская нива и Ульяновская 101 x Линия 3/160) были на уровне стандарта. 1 линия конкурсного сортоиспытания (из комбинации Дарья x Линия 11/16) достоверно уступила стандарту.

Из всего материала только Линия 157/8 (из комбинации Кинельская нива x Дарья) в предварительном сортоиспытании превысила по урожайности стандарт на 4,2 ц/га.

Выводы из результатов этой работы подтверждают мнение некоторых исследователей, что «точной связи между эффективностью и скоростью фотосинтеза и урожайностью пшеницы не установлено: корреляция между этими показателями может быть и положительной, и отрицательной или же отсутствовать» [10].

**Принцип ожидаемых трансгрессий (метод эколого-географической отдалённости).** Примером применения этого метода подбора родительских форм можно назвать использование озимых форм в селекции яровой пшеницы [11]. Прием весьма распространенный, но единого мнения об его эффективности нет. Одни исследователи считают, что это перспективный путь в селекции яровой пшеницы, потому что при таких скрещиваниях чаще появляются трансгрессивные по продуктивности потомки [12]. По мнению же других, такие гибриды менее удачны, чем от скрещивания яровых форм [3]. Селекционеры нередко применяют этот метод для получения промежуточных форм [13].

В нашей селекционной программе была проведена серия реципрокных скрещиваний яровых и озимых сортов. Целью этих опытов было создание селекционного материала, объединяющего ценные признаки. За счет озимых сортов предполагалось повысить продуктивную кустистость, продолжительность вегетационного периода и, в целом, урожайность, а от яровой ожидалось передать высокое качество зерна. Наиболее удачной оказалась комбинация Прохоровка х Белгородская 12.

В гибридной популяции проведены многочисленные отборы, линии изучены в яровых и подзимних посевах и включены в селекционный процесс. Для закрепления признаков озимости и яровости проведены ступенчатые скрещивания с озимыми а потом с яровыми сортами. Из гибридов F<sub>1</sub> отобраны родоначальные растения и заложены линии для изучения в последующих звеньях селекционного процесса.

Из поставленных задач успешно выполнена пока одна – улучшение качества зерна. В контрольном питомнике выделены линии с высокими показателями качества. Сорт стандарт Курьер содержал в зерне 13,8 % протеина и 21,9 % клейковины. У 15 лучших линий содержание протеина варьировало в пределах 15,0-16,3 % и в среднем составило 15,6 %. У этих же линий содержание клейковины составляла от 25,9 до 30,1 % , в среднем – 27,5 %.

Для сравнения – стандарт для твердой пшеницы Донская элегия содержал протеина 15,8 % и клейковины – 27,9%.

Методы работы по созданию селекционного материала с расширенной нормой реакции генотипов – сортов-двуручек рассмотрены в нашей статье [14].

**Работу с гибридным материалом** продолжают в гибридном питомнике F<sub>1</sub>-F<sub>n</sub> – размножают гибриды до необходимого объема для проведения отборов.

Отбор, по определению Шмальгаузена И.И.(1968) и Боровича С. (1984), – это «направленное изменение концентрации генов в популяции» [15, 16]. В современной селекции применяют различные методы отбора генотипов. Их выбор зависит от биологии размножения растений, особенностей наследования признаков, условий среды и других факторов.

Искусство отбора заключается в том, чтобы по внешне заметным и отличимым признакам фенотипа определить свойства гена. Именно от степени идентификации генотипа зависит успех отбора. Как уже отмечалось, отбор по моногенно наследуемым признакам относительно прост. Отбор же по количественным признакам затруднителен из-за полигенного характера их наследования и большого влияния на признаки модифицирующего эффекта среды. Для надежной идентификации генотипа надо создать одинаковые условия для реализации генотипа в фенотип. Среднее значение фенотипов в различных условиях также может быть использовано для идентификации генотипа.

В селекционной программе по яровой пшенице мы применяем один из вариантов индивидуального отбора – метод педигри, когда, начиная с F<sub>1</sub> , отбор проводим в нескольких поколения, пока линии не достигнут гомозиготного состояния. В итоге, через 2-3 поколения в селекционный питомник 2-го года поступят около 1000 константных линий.

**Метод отбора материала по показателям качества.** Для отбора генотипов с высоким качеством зерна сделана попытка использовать «Способ подготовки фракций семян из сортов мягкой пшеницы, обладающих свойством сильной пшеницы» [17]. Он позволяет разделить семенной материал на фракции, которые по ряду показателей в разной степени соответствуют сильной пшенице. В наших опытах основным показателем было содержание в зерне клейковины.

Исходным материалом служила перспективная Линия 330/1(02). Семена были разложены на 7 биотипов по содержанию клейковины. 340 линий высажены в питомнике отбора целым колосом, где по принципу конкурентоспособности отобрано 156 линий для изучения в следующих селекционных питомниках. В контрольном питомнике, когда было получено достаточное количество семян, проведен биохимический анализ (табл. 8).

**Таблица 8 – Результаты биохимической оценки зерна биотипов из Линии 330/1(02)**

Биотип	Селекционный материал				
	Исходный образец	Клейковина,%	Клейковина,%	Протеин,%	Крахмал,%
1	21,9-23,0	25,7	14,2	64,2	45,2
2	23,1-24,2	26,0	14,4	64,0	45,4
3	24,3-25,4	26,2	14,5	63,8	45,6
4	25,5-26,6	26,8	14,7	63,7	47,4
5	26,7-27,8	24,9	14,0	64,4	40,1
6	27,9-29,0	26,1	14,5	63,9	45,8
7	29,1-30,2	26,9	14,7	63,6	48,1

Селекционный материал из всех биотипов не различался по содержанию клейковины. Вероятно, изменчивость этого признака в исходном материале в большей степени фенотипическая. Это подтверждается тем, что связь между этими показателями в исходном материале и в селекционном после репродуцирования семян слабая, коэффициент корреляции  $r = 0.31$ . То же можно сказать и о других показателях, поскольку содержание клейковины тесно коррелирует с содержанием протеина, крахмала и процентом седиментации,  $r = 0,96-0,98$ .

Сделан вывод, что способ можно использовать в практической селекции при постоянном контроле признака содержания клейковины.

**Метод электрофореза.** В настоящее время в селекционно-семеноводческой практике все большее применение находят методы молекулярных маркеров – запасных белков. Электрофоретические спектры, в частности, глиадинов в пшенице, являются надежными маркерами в идентификации сортов и биотипов, в контроле генетической целостности сортов для исключения повторений генотипов, а также возможных ошибок при воспроизводстве сортов [18].

В нашем случае в результате отборов из сложной гибридной комбинации {Линия 507 [(Елань x Новодонская) x Линия 40381] x Прохоровка} и изучения в питомниках были выделены две перспективные линии (Линия 416/3 и Линия 416/13-4) для подготовки передачи их в Государственное сортоиспытание. Чтобы избежать повтора генотипов, проведено испытание родственных сортов на отличимость на основе анализа морфологических признаков.

Дополнительно были изучены полипептидные спектры этих линий. Анализ электрофореграмм в полиакриламидном геле и их линейных профилей показал, что линии различаются между собой по белковым спектрам и не являются дуплетами (рис.1, 2).

Линия 416/3 и Линия 416/13-4 стали родоначальными для сортов Дар Черноземья и Дар Черноземья 2.

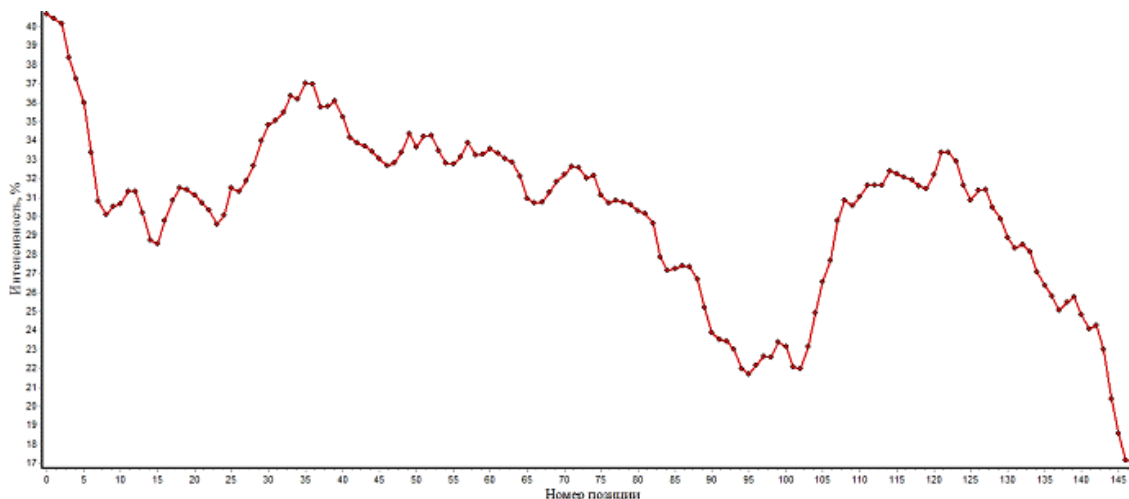


Рис. 1 – Линейный профиль электрофореграммы Линии 416/3

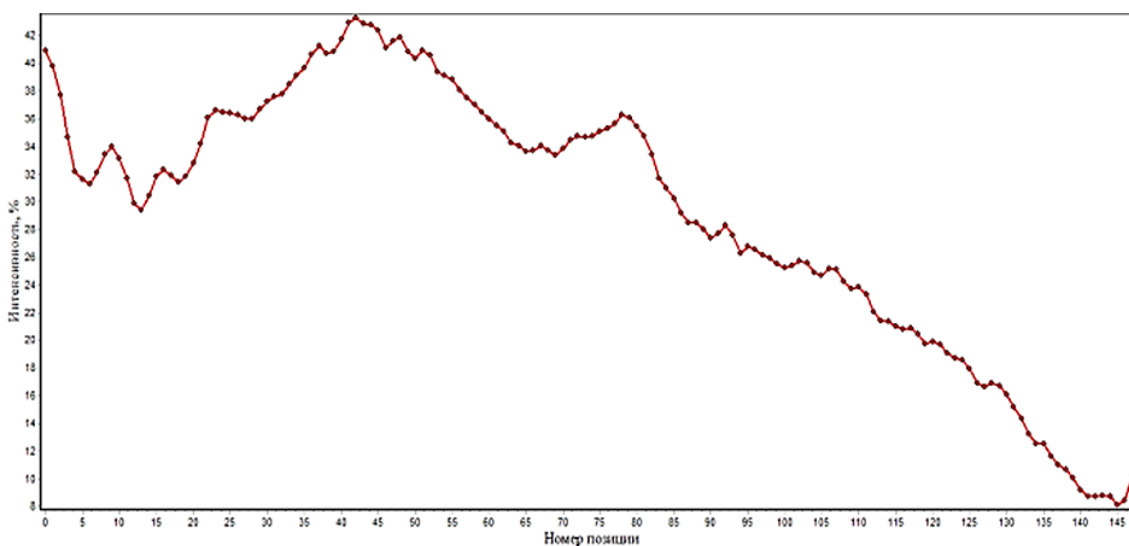


Рис. 2 – Линейный профиль электрофореграммы Линии 416/13-4

**Методы оценки селекционного материала.** На протяжении всего селекционного процесса материал подвергается изучению и испытанию с целью выявления лучшего и выбраковки худшего. Это решается посредством постоянных и разнообразных полевых и лабораторных наблюдений, учетов и оценок.

Проведение такого мониторинга – непростое и весьма трудоемкое мероприятие. Особенность селекционного процесса в том, что на ранних его этапах селекционер имеет дело с большим объемом материала при небольшом количестве семян и растений в делянках, поэтому учеты и оценки проводятся визуально по прямым или косвенным признакам. Это снижает точность и результативность работы.

По мере продвижения материала по питомникам число делянок уменьшается, площадь и количество растений увеличивается, усложняются методы учетов и оценок в зависимости от особенностей селекции культуры, от звеньев селекционного процесса и изучаемых признаков, возрастают объемы работ.

При всем многообразии методов проведение учетов, оценок и наблюдений регламентировано и определено методическими указаниями и рекомендациями [4, 19, 20, 21].

В связи с усложнением задач селекции актуальными становятся разработки по оптимизации техники проведения селекционных оценок за счет автоматического фенотипирования, цифровизации изображения растений и компьютерного анализа.

Это может существенно дополнить традиционные методы полевых оценок: обеспечить оперативность исследований, устранить субъективизм и оценивать растения с одинаковой точностью, удешевить процесс за счет сокращения затрат труда и времени и увеличить его производительность, сохранять информацию о состоянии каждой делянки в компьютерной базе данных для углубленной ее обработки и дальнейшего использования [22].

**Математические методы в селекции.** Для оценки селекционного материала в практической селекции применяют генетико-математические модели и методы вариационной статистики (дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализ) [23].

Например, известно, что ценность сорта определяется не только его генетическим потенциалом, но и способностью реализовать свои возможности в различных условиях внешней среды. Чтобы количественно оценить степень экологической адаптивности селекционного материала применяют метод регрессионного анализа: по коэффициенту регрессии ( $b_i$ ) можно судить об экологической пластичности, а по среднеквадратическому отклонению от линии регрессии ( $Sd^2$ ) – о стабильности сорта в различных условиях среды (в разных экологических точках или в разные годы испытания) [24, 25].

Одной из особенностей экологической селекции является изучение селекционного материала в разных условиях на всем протяжении селекционного процесса. Мы проанализировали реакцию 10 сортов мягкой и 15 сортов твердой яровой пшеницы из конкурсного сортоиспытания на условия четырех лет выращивания. Интерпретация результатов регрессионного анализа такова.

Если коэффициент регрессии  $b_i$  меньше единицы, значит, можно говорить, что изменение условий выращивания не вызывает соответствующего изменения урожая данного сорта. Такие сорта слабо реагируют на изменение условий среды при низкой стабильности ( $Sd^2 > 1$ ). Это сорта экстенсивного типа, их лучше использовать на бедных фонах, где они дадут наибольшую отдачу при минимальных затратах. К ним относятся 6 сортов твердой пшеницы (табл. 9) и сорта мягкой пшеницы – стандарт Курьер, Линия 3, Линия 9 и Линия 11.

**Таблица 9 – Оценка адаптивной способности сортов твердой яровой пшеницы**

Сорт	2015	2016	2017	2018	Средняя ц/га	± к St	Пластичность $b_i$	Стабильность $Sd^2$
	ц/га	ц/га	ц/га	ц/га				
Донская элегия St	16,6	31,8	22,4	42,6	28,4	± 0	1,01	7,01
Линия 12/19	14,3	38,4	19,4	46,4	29,6	+1,2	1,04	3,63
Линия 13/19	17,4	35,5	23,2	43,6	29,9	+1,5	1,10	8,88
Линия 14/19	15,2	38,7	20,5	46,1	30,1	+1,7	1,11	5,21
Линия 15/19	18,4	34,3	21,2	43,5	29,4	+1,0	1,07	7,45
Линия 16/19	15,6	38,0	20,3	44,9	29,7	+1,3	1,05	7,66
Линия 17/19	18,2	34,3	23,2	42,4	29,5	+1,1	1,01	5,03
Линия 18/19	17,8	40,9	21,7	41,8	30,6	+2,2*	0,90	5,89
Линия 20/19	16,6	36,4	22,9	41,2	29,3	+0,9	1,03	7,89
Линия 21/19	14,2	42,8	19,8	42,4	29,8	+1,5	1,05	15,85
Линия 22/19	19,3	38,7	24,0	10,9	30,7	+2,3*	0,97	6,54
Линия 23/19	16,6	34,0	21,7	43,9	29,0	+0,6	0,89	11,74
Линия 24/19	20,2	28,4	24,6	43,4	29,2	+0,8	0,85	19,30
Линия 25/19	18,4	37,3	23,6	43,8	30,8	+2,4*	0,96	5,39
Линия 26/19	17,8	40,6	24,0	43,0	31,4	3,0*	0,77	14,05
НСР <sub>0,05</sub>						2,1		

4 сорта твердой пшеницы из этой группы (Линия 18/19, Линия 22/19, Линия 25/19 и Линия 26/19) по урожайности достоверно превысили стандарт Донская элегия на 2,2-3,0 ц/га. Остальные 9 сортов по урожайности были на уровне стандарта, они пластичны и хорошо отзываются на условия выращивания ( $b_i \geq 1$ ). Вместе с тем, они отличаются низкой стабильностью ( $Sd^2 > 1$ ). Это означает, что они способны хорошо отзываться на улучшение условий выращивания.

К этой же группе относятся 5 сортов мягкой пшеницы, но по урожайности они были на уровне стандарта – 36,6 ц/га или уступали ему.

Зная такие характеристики селекционного материала, можно с помощью современных методов селекции целенаправленно изменять вектор формообразовательного процесса.

**Заключение.** Анализ современных методов селекции показывает, что классические, традиционные методы составляют основу селекционного процесса. Новые методы – это вспомогательные средства для решения конкретных задач: создание нового исходного материала, ускорение селекционного процесса, снижение трудоемкости селекционных работ. Общие тенденции развития методов исследования, уже используемых в селекции и перспективных: манипуляции с растениями на молекулярном уровне, автоматизация измерений и анализов, повышение их точности и достоверности, цифровизация объектов изучения и процессов, использование математических моделей и компьютерного анализа, расширение технических возможностей исследовательской аппаратуры.

#### Библиография

1. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В. А. Драгавцев, Р. А. Цильке, Б. Г. Рейтер [и др.]; отв. Ред. Д. К. Беляев. – Новосибирск : Наука, 1984. – 232 с.
2. Литун П.П. Приемы уменьшения фенотипической изменчивости и ее компонентов на разных этапах отбора в селекции / П. Л. Литун // Генетика количественных признаков с.-х. растений. – М., 1978. – С. 93–100.
3. Сюков В.В. Методы подбора родительских пар для гибридизации у самоопыляющихся растений / В. В. Сюков. – Самара : Известия Самарского научного центра РАН, 2007. – 80 с.
4. Градчанинова О.Д. Изучение коллекции пшеницы: методические указания / О. Д. Градчанинова, А. А. Филатенко, М. И. Руденко; под ред. В. Ф. Дорофеева. – Л. : ВИР, 1985. – 28 с.
5. Свидетельство государственной регистрации базы данных, охраняемой авторскими правами № 2023620013 Российская Федерация. Банк данных образцов коллекции яровой пшеницы: № 2022622775: заявл. 31.10.2022: опубл. 10.01.2023 Бюл. № 1 / Городов В. Т., Павлов М. М.; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ. – 1 с.

6. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): монография. В двух томах / А. А. Жученко. – М. : РУДН, 2001. – 1488 с.
7. Городов В.Т. Комбинативная селекция в формообразовательном процессе яровой пшеницы / В. Т. Городов // Материалы Международной научной конференции «Инновационные технологии в агрономии, ландшафтной архитектуре и землеустройстве», посвящённой 100-летию со дня рождения Василия Яковлевича Горина (п. Майский, 26 октября 2022 г.). – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – С. 45–46.
8. Амелин А.В. Селекция на повышение фотоэнергетического потенциала растений и эффективности его использования, как стратегическая задача в обеспечении импортозамещения и продовольственной безопасности России / А. В. Амелин, Е. И. Чекалин // Вестник Орловского ГАУ. – 2015. – № 6 (57). – С. 9–17.
9. Повышение фотоактивности листьев растений яровой пшеницы селекционным путем / В. Т. Городов, А. В. Амелин, Е. И. Чекалин, В. В. Заикин, Р. А. Икусов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 2 (26). – С. 251–261.
10. Ху Яньцзи. Генетический анализ скорости фотосинтеза и фотосинтетического пигмента у мягкой пшеницы / Ху Яньцзи [и др.]; пер. с кит. Инь Цзячэн // Сельскохозяйственные науки Шаньдуна. – 1990. – № 5. – С. 1–7.
11. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений : монография / А. Ф. Мережко; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – СПб. : ФИЦ Всерос. ин-т генетич. ресурсов, 1994. – 125 с.
12. Неттевич Э.Д. Особенности развития гибридов F<sub>1</sub> и расщепляющихся популяций F<sub>2</sub>, полученных от скрещивания яровых форм пшеницы с озимыми / Э. Д. Неттевич, Н. С. Щеглова, Л. П. Яговенко // Генетика. – 1974. – Т.10, № 11. – С. 8–16.
13. Мартынов С.П. Особенности распространения морфологических признаков колоса мягкой пшеницы на территории бывшего СССР / С. П. Мартынов, Т. В. Добротворская // Генетика. – 1997. – Т. 33. – С. 350–357.
14. Адаптационный потенциал ярово-озимых гибридов пшеницы в селекции двуручек / В. Т. Городов, Н. И. Клостер // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 4 (36). – С. 74–82.
15. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора / И. И. Шмальгаузен. – М. : Наука, 1968. – 451 с.
16. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / Пер. с сербохорв. к. с.-х. н. В. В. Иноземцева; Под ред. и с предисл. д. б. н. А.К. Федорова. – М. : Колос, 1984. – 344 с.
17. Патент № 2279794 Российская Федерация, МПК А01Н1/00, МПК А01Н1/04. Способ подготовки фракций семян из сортов мягкой пшеницы, обладающих свойством сильной пшеницы: № 2004116637/12 : заявл. 31.05.2004 : опубл. 20.07.2006 / Илли И. Э., Назарова Г. Д., Парыгин В. В., Половинкина С. В.; заявитель ФГОУ ВПО Иркутская государственная сельскохозяйственная академия. – 6 с : ил.
18. Перспективы использования электрофореза белков зерна для контроля генетической целостности, уточнения паспортных данных и выявления дублетов в коллекции яровой мягкой пшеницы / Н. К. Губарева, Н. М. Мартыненко, Е. В. Зуев, А. Н. Брыкова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 170. – С. 158–165.
19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. – М. : Колос, 2019. – 329 с.
20. Унифицированные методы ведения селекционного процесса по зерновым, зернобобовым и крупяным культурам: методические рекомендации. – Харьков : УкрНИИ РС и Г им. В.Я. Юрьева, 1975. – 72 с.
21. Энтомологическая оценка селекционного материала зерновых и зернобобовых культур : методические указания. – Харьков : УкрНИИ РС и Г им. В.Я. Юрьева, 1980. – 62 с.
22. Городов В.Т. Совершенствование методов полевых оценок в селекционном процессе с помощью дистанционных технологий / В. Т. Городов // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : материалы XXII Международной научно-производственной конференции (Белгород, 28–29 мая 2018 г.). – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – Т. 1. – С. 40–41.
23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
24. Горшкова В.А. Оценка экологической пластичности гибридов ячменя в условиях центрально-черноземной полосы с помощью регрессионных моделей / В. А. Горшкова, В. Т. Городов // Применение проблемно-ориентированных информационно-измерительных комплексов в эколого-генетических исследованиях: тезисы докладов Всесоюзной науч. конф. 20–22 октября 1986 г. – Кишинев : Штиинца, 1986. – С. 74–75.
25. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 103–113.

#### References

1. Genetics of signs of productivity of spring wheat in Western Siberia / V. A. Dragavtsev, R. A. Tsilke, B. G. Reuter [et al.]; ed. by D. K. Belyaev. – Novosibirsk : Nauka, 1984. – 232 p.
2. Litun P.P. Techniques for reducing phenotypic variability and its components at different stages of selection in breeding / P. L. Litun // Genetics of quantitative traits of agricultural plants. – M., 1978. – Pp. 93–100.
3. Syukov V.V. Methods of selection of parental pairs for hybridization in self-pollinating plants / V. V. Syukov. – Samara : Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2007. – 80 p.
4. Hradchaninova O.D. Studying the wheat collection: methodological guidelines / O. D. Hradchaninova, A. A. Filatenko, M. I. Rudenko; edited by V. F. Dorofeev. – L. : VIR, 1985. – 28 p.
5. Certificate of state registration of the database protected by copyright № 2023620013 Russian Federation. Data bank of spring wheat collection samples: № 2022622775: application 31.10.2022: publ. 10.01.2023 Byul. № 1 / Gorodov V. T., Pavlov M. M.; the applicant of the Belgorod State Budgetary Educational Institution, the Kuban State Budgetary Educational Institution. – 1 p.
6. Zhuchenko A.A. Adaptive plant breeding system (ecological and genetic foundations): monograph. In two volumes / A. A. Zhuchenko. – M. : RUDN, 2001. – 1488 p.
7. Gorodov V.T. Combinative selection in the shaping process of spring wheat / V. T. Gorodov // Materials of the International Scientific Conference «Innovative technologies in agronomy, landscape architecture and land management», dedicated to the 100th anniversary of the birth of Vasily Yakovlevich Gorin (Maysky village, October 26, 2022). – Maysky : FGBOU VO Belgorod State Agrarian University, 2022. – Pp. 45–46.

8. Amelin A.V. Selection to increase the photoenergetic potential of plants and the effectiveness of its use as a strategic task in ensuring import substitution and food security of Russia / A. V. Amelin, E. I. Chekalin // Bulletin of the Orel State Agrarian University. – 2015. – № 6 (57). – Pp. 9–17.
9. Increasing the photoactivity of leaves of spring wheat plants by breeding / V. T. Gorodov, A. V. Amelin, E. I. Chekalin, V. V. Zaikin, R. A. Ikusov // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2020. – № 2 (26). – Pp. 251–261.
10. Hu Yanji. Genetic analysis of photosynthesis rate and photosynthetic pigment in soft wheat / Hu Yanji [et al.]; trans. from kit. Yin Jiacheng // Agricultural sciences of Shandong. – 1990. – № 5. – Pp. 1–7.
11. Merezhko A.F. The problem of donors in plant breeding: monograph / A. F. Merezhko; Russian Academy of Agricultural Sciences, All-Russian Scientific Research. N. I. Vavilov Institute of Plant Growing. – St. Petersburg : FITZ Vseros. in-t genetic. resources, 1994. – 125 p.
12. Nettevich E.D. Features of the development of F1 hybrids and F2 splitting populations obtained from crossing spring forms of wheat with winter crops / E. D. Nettevich, N. S. Shcheglova, L. P. Yagovenko // Genetics. – 1974. – Vol.10, № 11. – Pp. 8–16.
13. Martynov S.P. Features of the distribution of morphological features of the ear of soft wheat in the territory of the former USSR / S. P. Martynov, T. V. Dobrotvorskaya // Genetics. – 1997. – Т. 33. – P. 350–357.
14. Adaptive potential of spring-winter wheat hybrids in two-handed breeding / V. T. Gorodov, N. I. Kloster // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2022. – № 4 (36). – Pp. 74–82.
15. Schmalhausen I. I. Factors of evolution. The theory of stabilizing selection / I. I. Schmalhausen. – М. : Nauka, 1968. – 451 p.
16. Borovech S. Principles and methods of plant breeding / Trans. from the Serbo-Croatian Candidate of Agricultural Sciences V. V. Inozemtseva; Ed. and with a preface by Doctor of Biological Sciences A. K. Fedorov. – М. : Kolos, 1984. – 344 p.
17. Patent № 2279794 Russian Federation, IPC A01H1/00, IPC A01H1/04. Method for preparing seed fractions from soft wheat varieties with the property of strong wheat: № 2004116637/12:application. 05/31/2004;publ. 07/20/2006/ Illi I. E., Nazarova G. D., Parygin V. V., Polovinkina S. V.; applicant Federal State Educational Institution of Higher Education Irkutsk State Agricultural Academy. – 6 p.: ill.
18. Prospects for the use of grain protein electrophoresis to control genetic integrity, clarify passport data and identify doublets in the collection of spring soft wheat / N. K. Gubareva, N. M. Martynenko, E. V. Zuev, A. N. Brykova // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. – 2012. – vol. 170. – Pp. 158–165.
19. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 1. Moscow : Kolos, 2019. – 329 p.
20. Unified methods of conducting the breeding process for cereals, legumes and cereals: methodological recommendations. – Kharkov : UkrSRIPSetG named after V.Y. Yuryev, 1975. – 72 p.
21. Entomological assessment of the breeding material of cereals and leguminous crops: methodological guidelines. – Kharkov : UkrSRIPSetG named after V.Y. Yuryev, 1980. – 62 p.
22. Gorodov V.T. Improvement of field assessment methods in the selection process using remote technologies / V. T. Gorodov // Organic agriculture: problems and prospects : materials of the XXII International Scientific and Production Conference (Belgorod, May 28-29, 2018). – Maysky : Belgorod State Agrarian University, 2018. – Vol. 1. – Pp. 40–41.
23. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospekhov. – 4th ed., supplement and revision – М. : Kolos, 1979. – 416 p.
24. Gorshkova V.A. Assessment of ecological plasticity of barley hybrids in the conditions of the central chernozem zone using regression models / V. A. Gorshkova, V. T. Gorodov // Application of problem-oriented information and measurement complexes in ecological and genetic research: abstracts of reports of the All-Union Scientific Conference on October 20-22, 1986. – Chisinau : Stiinza, 1986. – Pp. 74–75.
25. Pakudin V.Z. Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural varieties / V. Z. Pakudin, L. M. Lopatina // Agricultural biology. – 1984. – № 4. – Pp. 103–113.

#### Сведения об авторе

Городов Василий Тимофеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства зерновых культур Научно-практического центра земледелия и селекции, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: vas-gorodov@yandex.ru.

#### Information about the author

Gorodov Vasily, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Breeding and Seed Production of Grain Crops of the Scientific and Practical Center of Agriculture and Breeding, Senior Researcher, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, e-mail: vas-gorodov@yandex.ru.

## ВЛИЯНИЕ ВЕРМИГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ НА УЛУЧШЕННЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САЛАТА СОРТА МАСЛЯНИСТЫЙ

**Аннотация.** Для выращивания овощной продукции с улучшенными характеристиками, предназначенной для потребления в свежем виде, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70575–2022 требуется применение биологических стимуляторов роста и применения технологии гидропонного производства.

Проведены исследования по изучению влияния биологических удобрений, созданных на основе вермикомпоста в комплексе с биогенными микроэлементами, на рост и развитие салата сорта Маслянистый, выращенного на плотках в бассейне в условиях защищенного грунта теплицы. Обнаружено положительное влияние применения растворов вермигуминовых удобрений по схеме опыта: опрыскивание после массовых всходов, через пять дней при переносе растений в салатное отделение теплицы и затем каждые семь дней в течение вегетации. Стимулирующее влияние вермигуматов проявилось в росте розетки листьев, в увеличении площади листа и содержания пигментов, в развитии корневой системы растений салата. Установлено, что в листьях салата уровень хлорофилла *b* высокий и превышает значения хлорофилла *a*. Это обеспечивает устойчивость к формированию цветоноса и замедляет процесс старения растения, что важно в тепличном производстве. Повышение уровня каротиноидов в тканях опытных растений способствует укреплению клеточной оболочки и увеличивает сроки сохранности овощной продукции. Масса опытных растений превышала массу контрольных в среднем на 10-20 %. У опытных растений салата улучшаются хозяйственно-ценные характеристики для потребления в свежем виде. Отмечена положительная тенденция роста кислотности и суммы свободных органических кислот в листьях салата. Содержание общего сахара превышало контроль в среднем на 2,2-4,5 %, витамина С – на 4,0-13,3 %. Установлено повышение урожайности салата в среднем на 1,0-4,0 % по сравнению с контрольным вариантом. Уровни нитратов и тяжелых металлов в продукции были значительно ниже ПДК, что соответствует категории экологически безопасной продукции.

**Ключевые слова:** теплица, салат, гуминовое удобрение, улучшенная характеристика, урожайность.

## EFFECT OF VERMIGUMIN FERTILIZER ON IMPROVED ECONOMIC AND VALUABLE CHARACTERISTICS OF OILY LETTUCE

**Abstract.** The use of biological growth stimulants and the use of hydroponic production technology is required for growing vegetable products with improved characteristics, intended for fresh consumption, in accordance with the requirements of GOST R 70575–2022.

Studies were carried out to research the influence of biological fertilizers created based on vermicompost in complex with biogenic trace elements on the growth and development of Oily lettuce, grown on rafts in the basin in the conditions of protected greenhouse soil. A positive effect of the use of vermigumin fertilizer solutions according to the schedule of experiment was found: spraying after mass seedlings, after five days when transferring plants to the salad compartment of the greenhouse and then every seven days during the growing season. The stimulating effect of vermigumates was impressed in the growth of leaf rosette, in the increase in leaf area and pigment content, in the growth of the root system of lettuce plants. It is established that in lettuce leaves the level of chlorophyll *b* is high and exceeds the values of chlorophyll *a*. This provides resistance to the formation of the peduncle and slows down the aging process of the plant, which is important in greenhouse production. Increasing the level of carotenoids in the tissues of experimental plants contributes to the strengthening of the cell membrane and increases the safety of vegetable products. The mass of experimental plants exceeded the mass of the controls by an average of 10-20 %. In experienced lettuce plants, economic and valuable characteristics for fresh consumption are improved. A positive trend in the growth of acidity and the sum of free organic acids in lettuce leaves is noted. The total sugar content exceeded the control by an average of 2.2-4.5 %, vitamin C – by 4.0-13.3 %. The lettuce yield increased by an average of 1.0-4.0 % compared to the control version. The levels of nitrates and heavy metals in the products were significantly lower than the maximum allowable concentration, which corresponds to the category of environmentally friendly products.

**Keywords:** greenhouse, salad, humic fertilizer, improved characteristics, yield.

**Введение.** Повышение продуктивности сельскохозяйственного производства является неотъемлемым условием устойчивого развития общества [19]. В настоящее время осуществляется наращивание объемов производства свежих овощей, так как проблема обеспечения населения качественными овощами на уровне физиологических норм потребления круглогодично еще не решена [6, 8, 17]. Отметим, что практически все сорта салата относятся к линейке «Готово для употребления». В листьях салата содержатся легкорастворимые углеводы, витамины, соли калия, соединения фосфора, кальция, магния, микроэлементы: железо, медь, марганец, кобальт, цинк, йод и другие нутриенты [7, 9, 11].

В настоящее время в Российской Федерации в тепличном производстве осуществляется переход на агротехнологии выращивания зелени методом гидропонии на плотках в бассейне. Данная технология отличается высоким уровнем рентабельности, высокой степенью механизации и круглогодичной возможностью производства продукции. Общее количество производимого салата в России составляет свыше 100 млн. штук в год, но этого недостаточно – менее 1 упаковки на каждого жителя страны. Несомненно, гидропонная культура в нашей стране будет развиваться, что будет требовать дополнительных знаний морфобиологических характеристик наиболее подходящих сортов для гидропонной агротехнологии [3, 4, 13].

В соответствии с требованиями национального стандарта ГОСТ Р 70575-2022 «Продукция и продовольствие с улучшенными характеристиками. Овощи тепличные. Общие технические требования и правила производства» (дата введения 01 марта 2023 года) при выращивании овощных культур должны быть использованы биологические стимуляторы роста и средства защиты растений на основе принципов энергосбережения, оборотного водоснабжения, минимизации выбросов и сбросов в окружающую среду. В стандарте отмечено, что основной целью производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия с улучшенными характеристиками является сокращение негативного влияния производства на окружающую среду с одновременным повышением качества пищевой продукции в Российской Федерации, содействие устойчивому развитию сельского хозяйства и внутреннего рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

**Цель исследований.** В связи с вышесказанным, целью нашей работы является изучение особенностей выращивания тепличного салата сорта Маслянистый с улучшенными характеристиками с применением технологии гидропонного производства. Салат листовой сорт Маслянистый – зеленый маслянистый кочанный салат. Входит в линейку «Готово для употребления». Сорт включён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации.

**Основная часть.** Все исследования были проведены в учебной лаборатории биотехнологических исследований агрономического факультета и в испытательной лаборатории ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», в ООО Сельскохозяйственное Предприятие «Теплицы Белогорья» (ООО СХП «Теплицы Белогорья») в период 2022-2023 г.г.

Схема опыта включала вегетативную обработку растений биологическими вермигуминовыми удобрениями по 8 вариантам опыта по 72 растения в каждом варианте (по 24 растения на плоту, 3 повторности). Первая обработка – после массовых всходов, затем через 5 дней и после переноса в салатное отделение каждые 7 дней. Варианты опыта: вариант 1 – раствор 0,001 % Вермигумат-4 с янтарной кислотой, вариант 2 – раствор 0,001 % Вермигумат-4-Mn; вариант 3 – раствор 0,001 % Вермигумат-4-Cu; вариант 4 – раствор 0,001 % Вермигумат-4-Si; вариант 5 – раствор 0,001 % Вермигумат-4-наноCuO; вариант 6 –раствор 0,001 % Вермигумат-4-наноSiO; вариант 7 – раствор 0,001 % Вермигумат-4-I; вариант 8 – контроль с дистиллированной водой. Применяемые гуминовые удобрения, разработанные в учебной лаборатории биотехнологических исследований, описаны нами ранее [10, 12]. Гуминовые вещества – общепризнанные биологические стимуляторы роста и развития разных культур сельскохозяйственных растений [1, 2, 5, 15]. Выбор вермигуминового удобрения с наночастицами биогенных металлов был неслучайным. В настоящее время учеными проделана огромная работа по изучению применения нанопрепаратов в разных сферах деятельности, включая сельскохозяйственное производство [14]. Применение инновационных наноудобрений повышает урожайность сельскохозяйственных культур и одновременно минимизирует воздействие агрохимикатов на окружающую среду.

Для опыта были подготовлены 600 штук семян салата сорта Маслянистый. Сев салата был проведен нами вручную 03 мая 2022 года в кубики из минеральной ваты. Массовые всходы – 06 мая 2022 года (рис. 1).



**Рис. 1 – Фотография обработки растений салата сорта Маслянистый раствором Вермигумата на ватоминеральных кубиках по схеме опыта**

В период проращивания семян проводили подготовку стеллажей в рассадном отделении с капельным поливом. Ватоминеральные кубики расставляли в лотки, проводили их насыщение питательным раствором и выращивали растения салата в течение 14 дней, проводя в это время по схеме опыта вегетативную обработку растений растворами биологических удобрений вермигуматов. Соблюдали параметры среды для выращивания овощей в рассадном отделении: освещение не менее 8 тыс. люкс, среднесуточная температура воздуха ночью – не менее 15 °С, днем – не более 21 °С, температура питательного раствора не менее 15 °С. Затем переносили растения салата в бассейн салатного отделения, предварительно пересадив на плоты по 24 растения в каждом (рис. 2).

Продолжали проводить по схеме опыта вегетативную обработку растений и наблюдения еще в течение 30 дней. Обеспечивали параметры среды для выращивания овощей в салатном отделении: освещение не менее 10 тыс. люкс, вода для бассейна для системы испарения и хозяйственно-бытовых нужд с pH 5,8-6,5, среднесуточная температура – не менее 19 °С, температура питательного раствора не менее 15 °С.





Рис. 2 – Фотография растений салата сорта Маслянистый на плотках в бассейне

Отбор растений для морфологических и биохимических испытаний проводили на основе метода рандомизации. Из теплицы растения листового салата доставляли в учебно-научную лабораторию биотехнологических исследований агрономического факультета, где проводилось измерение и взвешивание листьев салата, а затем зеленая масса использовалась для биохимических анализов. Биохимические анализы проводили по общепринятым методикам испытания. Массовую долю нитратов определяли по ГОСТ 34570–2019, суммарный сахар – по Бертрану, массовую долю йода – титриметрическим методом, витамина С – по ГОСТ 24556–1986, микроэлементы и токсичные вещества определяли по ГОСТ 30692–2000; содержание свинца определяли атомно-абсорбционным методом ГОСТ 26932–86. Для определения содержания органических кислот в листьях растений листового салата использовали методику в модификации Е.С. Шендеровой [18]. Для оценки состояния фотосинтетического аппарата определяли значение показателей хлорофилл *a*, хлорофилл *b* и каротиноиды. Количественное определение пигментов проводили по методике в модификации Суцук Н.А., Кисличенко В.С. [16]. Математическая обработка данных по результатам исследований и урожайности проведена методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы Excel в среде операционной системы Microsoft Windows.

**Основная часть.** Наблюдения за параметрами роста и развития растений листового салата сорт Маслянистый в разных вариантах опыта показали, что в целом все растения соответствуют сортовой характеристике: интенсивная зеленая однородная окраска, крупные листья собраны в полукочан с плоским основанием. Растение имеет хорошие вкусовые качества и внешний вид. Динамика роста растений салата сорта Маслянистый после применения одной послевсходовой обработки растворами вермигуминовых удобрений представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Динамика высоты и ширины листа растений салата сорта Маслянистый

№ п/п	Вариант опыта	Высота от кубика до точки роста, см		Размах ширины листьев (диаметр), см	
		min - max	среднее значение	min - max	среднее значение
1.	Вариант 1	1,5 – 2,0	1,8±0,2	3,5 – 4,0	3,9±0,2*
2.	Вариант 2	1,5 – 2,0	1,8±0,1	3,5 – 3,55	3,5±0,1
3.	Вариант 3	1,5 – 2,0	1,8±0,2	3,2 – 3,7	3,6±0,1
4.	Вариант 4	1,5 – 2,0	1,8±0,1	3,0 – 3,2	3,2±0,1
5.	Вариант 5	1,5 – 2,0	1,8±0,1	3,5 – 4,0	3,8±0,1*
6.	Вариант 6	1,5 – 2,0	1,8±0,2	3,5 – 3,7	3,6±0,1
7.	Вариант 7	1,5 – 2,0	1,8±0,2	3,7 – 4,0	3,9±0,2*
8.	Контроль	1,5 – 2,0	1,8±0,3	3,0 – 3,5	3,3±0,1

\*Примечание – разница между контролем и опытной группой при  $p < 0,05$

Как следует из данных таблицы, признак высоты листа растений салата сорта Маслянистый находится в пределах нормы реакции для данного возраста растений и сортовой принадлежности и не имеет сильного отклика на применение вермигуминового удобрения с комплексами биогенных элементов. Признак размаха диаметра более подвижный и достоверно изменялся в вариантах № 1, № 5 и № 7 (Вермигумат-4, Вермигумат-4-наноCuO, Вермигумат-4-I соответственно). Растения листового салата из вариантов № 3 и № 5 выглядели более раскидистыми (Вермигумат-4-Cu, Вермигумат-4-наноCuO). Необходимо наблюдать эти появившиеся признаки раскидистости, так как агротехнология выращивания тепличных салатов с использованием плотиков в бассейне предполагает выращивание компактных растений. Хотя в первое время данные растения выглядят более выигрышно.

Итак, стимулирующее влияние 0,001 % раствора вермигумата на рост и развитие розетки листового салата сорта Маслянистый в наибольшей степени проявилось в вариантах опыта № 1 (Вермигумат-4 с янтарной кислотой), № 5 (Вермигумат-4-наноCuO) и № 7 (Вермигумат-4I): листовая розетка была шире, чем в контрольном варианте, на 18,2 % (в среднем на 0,6 см), на 15,2 % (в среднем на 0,5 см) и на 18,2 % ( $p < 0,05$ ) соответственно. Для других вариантов опыта также отмечена положительная тенденция влияния вермигумата на развитие розетки листового салата, но рост оказался менее значимым и для растений из варианта № 2 и № 4 разница составила 6,1 % (в среднем 0,2 см); для варианта № 3 и № 6 – 9,1 % (в среднем 0,3 см) по сравнению с контролем.

В табл. 2 представлены результаты развития ассимиляционного аппарата листьев растения листового салата сорта Маслянистый на 25 день развития после третьего опрыскивания по схеме опыта растворами вермигуматов. Анализ табличных данных показал, что, в целом, ответная реакция растений салата сорта Маслянистый на применение препаратов вермигумата оказалась положительной, однако не для всех вариантов опыта эти изменения подтвердились статистическим анализом и были достоверными. Стимулирующее влияние растворов препаратов из опытного варианта № 1 с Вермигуматом-4 с янтарной кислотой, варианта № 5 и № 6 с Вермигуматом-4-наноCuO и с Вермигуматом-4-наноSiO на вегетацию салатов в наибольшей степени выразилось в увеличении площади листовой поверхности. Площадь листовой поверхности 6-ого листа выросла на 28,4; 56,1 и 43,3 % ( $p < 0,05$ ) соответственно по сравнению с контролем. Отношение площади листьев к массе ( $\text{см}^2/\text{г}$ ) растения было самым большим в вариантах опыта № 1 и № 3, а наименьшим для варианта № 2, № 4 и № 7 по сравнению с контролем. Анализ табличных данных показал, что в опытных вариантах наблюдалось тенденция повышения концентрации зеленого пигмента ( $\text{мг}/\text{кг}$  натуральной ткани листа) по сравнению с контролем, за исключением вариантов опыта № 3, № 4, № 5 и № 7. Максимальное увеличение содержания общего хлорофилла в ткани листа ( $\text{мг}/\text{кг}$ ) отмечено в варианте № 6 под влиянием применения Вермигумата-4-наноSiO ( $p < 0,05$ ). Превышение значений в данном варианте опыта составило: для среднего содержания хлорофилла в ткани листа ( $\text{мг}/\text{кг}$ ) – в 1,44 раза; для среднего содержания хлорофилла во всем растении ( $\text{мг}/\text{листья}$ ) – в 1,82 раза и для среднего содержания хлорофилла на квадратный см ( $\text{мкг}/\text{см}^2/\text{растение}$ ) – в 1,4 раза по сравнению с контролем.

**Таблица 2 – Характеристика ассимиляционного потенциала листьев растения салата**

Варианты опыта	Показатели					
	Площадь листовой поверхности (S), $\text{см}^2/\text{лист}$	Площадь листовой поверхности (S), $\text{см}^2/\text{растение}$	Отношение S листьев к массе, $\text{см}^2/\text{г}$	Среднее содержание хлорофилла $\text{мг}/\text{кг}$	Среднее содержание хлорофилла $\text{мг}/\text{листья}$	Среднее содержание хлорофилла $\text{мкг}/\text{см}^2/\text{растение}$
вариант 1	155,87±3,10*	935,23±18,60*	22,6	5474	226,6	242,30
вариант 2	152,43±1,55*	762,15±17,75	19,9	5721	219,7	288,27
вариант 3	131,84±2,24	725,20±11,20	22,2	5073	165,4	230,0
вариант 4	126,50±1,10	695,75±15,50	19,7	5184	183,5	263,89
вариант 5	189,44±1,15*	947,24±15,75*	21,7	5013	219,1	231,31
вариант 6	173,95±1,35*	869,75±16,75*	21,0	7514*	312,6	359,42*
вариант 7	131,20±1,30	721,60±12,30	17,4	5511	228,7	316,94*
вариант 8	121,40±1,58	667,740±14,5	20,3	5222	171,8	257,29

Примечание: \* $p < 0,05$  по сравнению с контролем

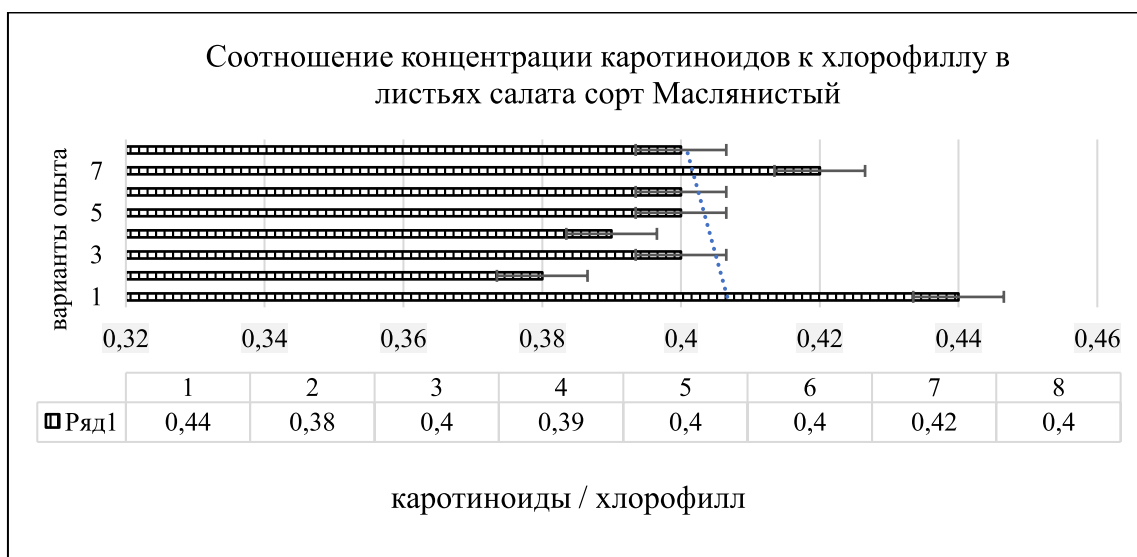
На диаграмме и в таблице рис. 3 показана динамика содержания разных фракций общего хлорофилла (хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, суммы хлорофилла) и каротиноидов по вариантам опыта. В отношении содержания хлорофилла *b* в листьях салата сорта Маслянистый, имеющего высокую устойчивость к формированию цветоноса, обнаружена интересная картина.



**Рис. 3 – Содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях салата сорта Маслянистый**

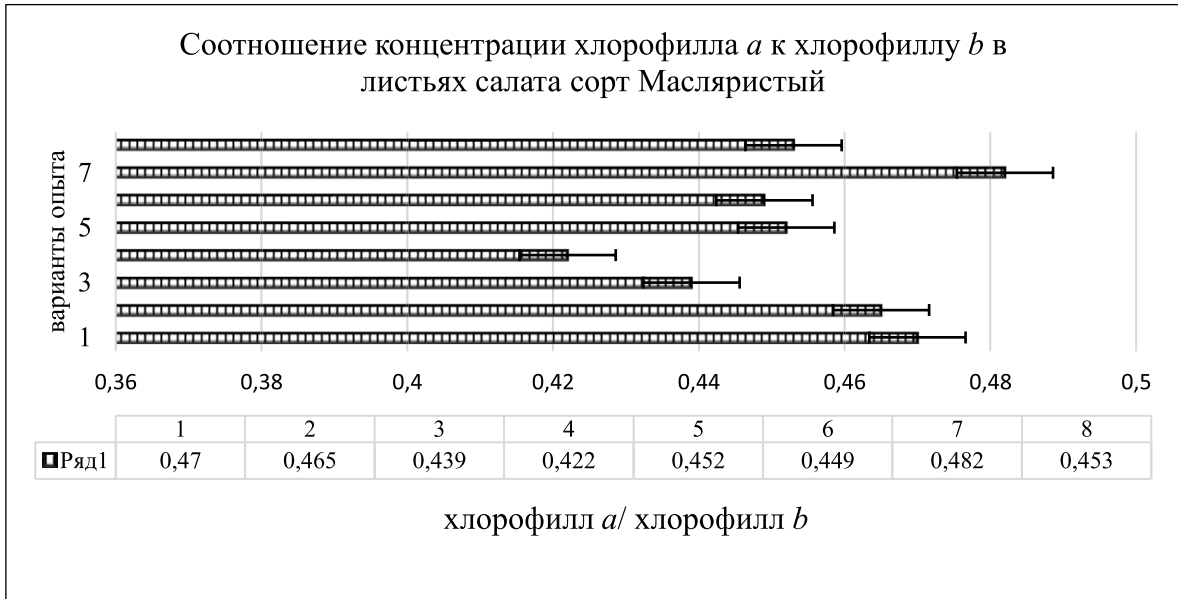
Уровень содержания хлорофилла *b* высокий и превышает значения содержания хлорофилла *a*. В свете новых фактов роли хлорофилла *b* [20, 21], связанной с регуляцией фаз онтогенеза у растений, обнаруженные факты свидетельствуют о наличии механизма замедления старения данной сельскохозяйственной культуры, выращиваемой в защищенном грунте. Анализ содержания в тканях листа салата желтых пигментов показывает, что наивысшее количество каротиноидов отмечено для двух вариантов: для № 1 (больше контроля в 1,14 раза, не достоверно) и для № 6 (больше контроля в 1,44 раза,  $p < 0,05$ ). Наименьшее – для № 3 (меньше контроля в 1,1 раза, не достоверно). Известно, что каротиноиды взаимодействуют с органическими радикалами жирных кислот и играют важную роль в защите клеточной мембраны. То есть повышение уровня каротиноидов в тканях опытных растений означает укрепление клеточной оболочки и соответственно способствует устойчивости тканей растений к некрозу и увеличению сроков сохранности овощной продукции.

На диаграмме и в таблице рис. 4 показано соотношение концентрации каротиноидов к хлорофиллу в листьях салата. Значение варьирует от 0,4 в контрольном варианте до 0,44 в варианте № 1 по сравнению с контролем. В целом значение коэффициента свидетельствует об отсутствии какого-либо напряженного состояния при росте растений листового салата под влиянием применения вермигуматов.



**Рис. 4 – Влияние вермигуминовых удобрений на соотношение концентрации каротиноидов к хлорофиллу в листьях салата сорта Маслянистый**

Соотношение концентрации хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в листьях салата сорта Масляристый по вариантам опыта показано на диаграмме и в таблице рис. 5.

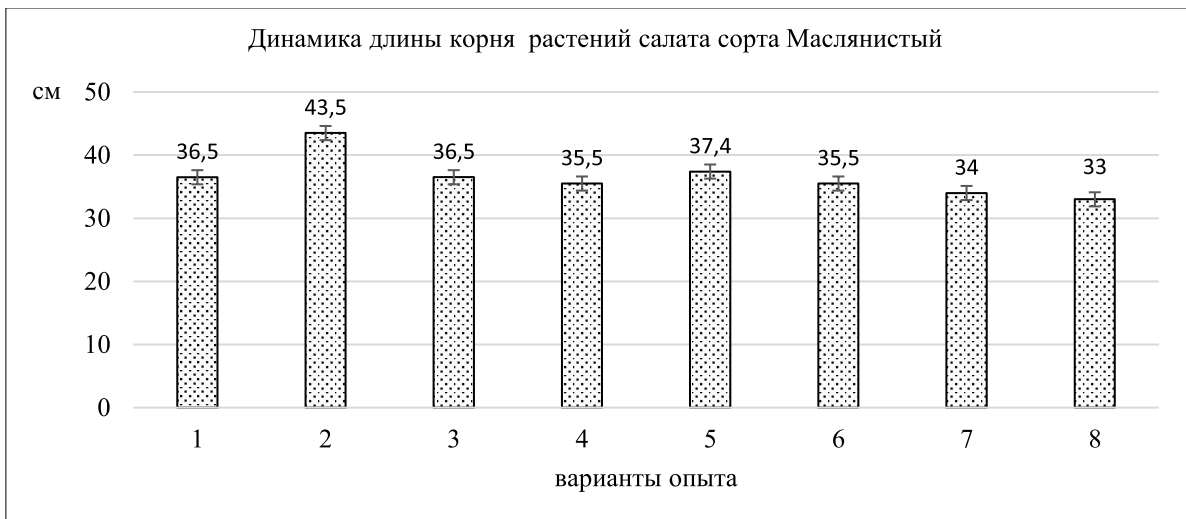


**Рис. 5 – Влияние вермигуминовых удобрений на соотношение концентрации хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в листьях салата сорта Маслянистый**

Соотношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* показывает, каким образом происходит ассимиляция диоксида углерода в листьях. В научной литературе есть данные, что при *a/b* равным около 2,8-0,35 ассимиляция диоксида углерода осуществляется по типу  $C_3$  (по циклу Кальвина). То есть даже при слабом освещении в оптимально созданных условиях первичные фотохимические реакции фотосинтеза протекают с высокой интенсивностью. Это гарантирует быстрый рост, развитие организма растений и набор биомассы, а значит высокую урожайность.

Итак, обнаруженные факты изменения морфобиологических признаков растений салата представляют практический интерес для выявления новых механизмов повышения фотосинтеза и продуктивности у сельскохозяйственной культуры защищенного грунта.

Применение опрыскивания листа салата сорта Маслянистый вермигуминовыми удобрениями повлияло также на рост и развитие корня растений (рис. 6), что максимально позволило растению извлекать питательные вещества из раствора бассейна. Достоверное изменение длины корня ( $p < 0,05$ ) обнаружено для варианта № 2 с Вермигуматом, обогащенным биогенным элементом марганец. В целом под влиянием обработки растений салата вермигуматом установлена положительная тенденция роста корня салата сорта Маслянистый.



**Рис.6 – Влияние вермигуминовых удобрений на длину корня растений салата сорта Маслянистый**

Влияние удобрений на массу салата сорта Маслянистый по сравнению с контрольным вариантом (в %) представлено на диаграмме рис. 7.



Рис. 7 – Влияние вермигуминовых удобрений на массу салата сорта Маслянистый по сравнению с контрольным вариантом (№ 8)

Более 20 % превышения массы контрольных растений были в варианте с применением удобрений: вариант № 5 с Вермигумат-4-наноCuO, вариант № 6 с Вермигумат-4-наноSiO и вариант № 7 с Вермигумат-4-йод. Более 10 % превышения массы контрольных растений были в варианте с применением удобрений: вариант № 1 с Вермигумат-4-янтарная кислота, вариант № 2 с Вермигумат-4-Mn. Менее 10 % превышения массы контрольных растений были в варианте с применением удобрений: вариант № 3 с Вермигумат-4-Cu и вариант № 4 с Вермигумат-4-Si. Обращает на себя внимание факт, что вермигуматы с наноксидами кремния и меди имеют больший стимулирующий эффект для роста растений салата, чем вермигуматы с кремнием и медью из неорганической соли.

Потребительская ценность листового салата характеризуется сформированностью листового аппарата. Итак, бальная система оценки внешнего вида растений составила следующий ряд: 5 баллов – растения салата сорта Маслянистый из варианта № 3, 4 и 5; 4 балла – растения салата сорта Маслянистый из варианта № 1, 6, 7 и 8; 3 балла – № 2. В целом все растения имели хороший товарный вид.

Вкусовые качества зелени салата зависят от характеристик: кислотности, содержания органических кислот и сахаров. На диаграммах рис. 7 и 8 представлено влияние применения вермигуминовых удобрений на общую кислотность, накопление органических кислот и общего сахара.

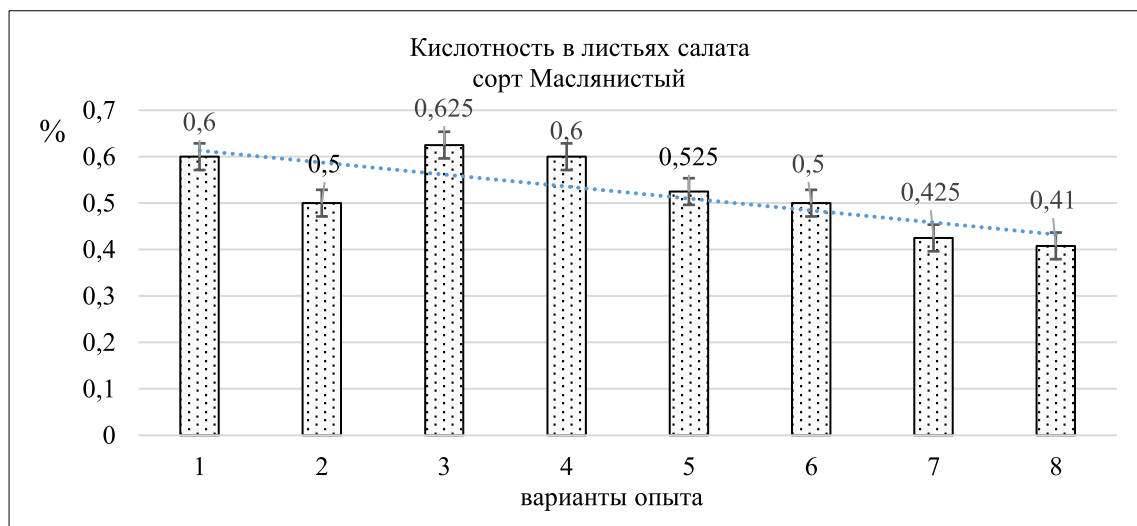


Рис.7 – Влияние вермигуминовых удобрений на общую кислотность листьев салата сорта Маслянистый



Рис. 8 – Влияние вермигуминовых удобрений на содержание суммы свободных органических кислот в листьях салата сорта Маслянистый

Анализ данных диаграмм показывает, что достоверное повышение кислотности и суммы свободных органических кислот в листьях салата сорта Маслянистый обнаружено для вариантов № 1, № 3 и № 4 (вермигуматы с янтарной кислотой, с медью и с кремнием) ( $p < 0,05$ ). Для других вариантов отмечена положительная тенденция роста общей кислотности, а значит и улучшения вкусовых особенностей.

В табл. 3 представлена информация содержания йода в листьях растений салата сорта Маслянистый. Достоверное увеличение содержания йода в 6,8 раза ( $p < 0,001$ ) в листьях салата обнаружено для листьев салата из опытного варианта № 7, где растения обрабатывали удобрением Вермигумат-4-И, то есть норма реакции тканей растения салата допускает дополнительное накопление данного биогенного элемента и в итоге получаемую продукцию можно отнести к разряду йоднакопительной.

Таблица 3 – Содержание йода в листьях растений салата сорта Маслянистый

№ п/п	Варианты опыта	Содержание йода, мг/кг натурального вещества
1.	вариант 1	0.32±0.10
2.	вариант 2	0.36±0.10
3.	вариант 3	0.28±0.10
4.	вариант 4	0.32±0.10
5.	вариант 5	0.22±0.10
6.	вариант 6	0.25±0.10
7.	вариант 7	1.90±0.35***
8.	вариант 8	0.28±0.10

Примечание: \*\*\*  $p < 0,001$  по сравнению с контролем

На диаграмме и в таблице рис. 9 представлена динамика накопления общего сахара в листьях салата сорт Маслянистый под влиянием применения вермигуматов. Анализ данных показывает, что вермигумат с янтарной кислотой и с марганцем по сравнению с другими удобрениями максимально влияет на накопление общего сахара в листьях салата. Максимальное накопление сахара под влиянием Вермигумата-4 и Вермигумата-4-Мп превысило контроль в среднем на 9,0 % ( $p < 0,001$ ). В вариантах № 3 – № 7 содержание общего сахара превышало контроль в среднем на 2,2-4,5 %. Наименьшее количество общего сахара отмечено в листьях салата в вариантах № 3 и № 7 (Вермигумат с медью и Вермигумат с йодом).

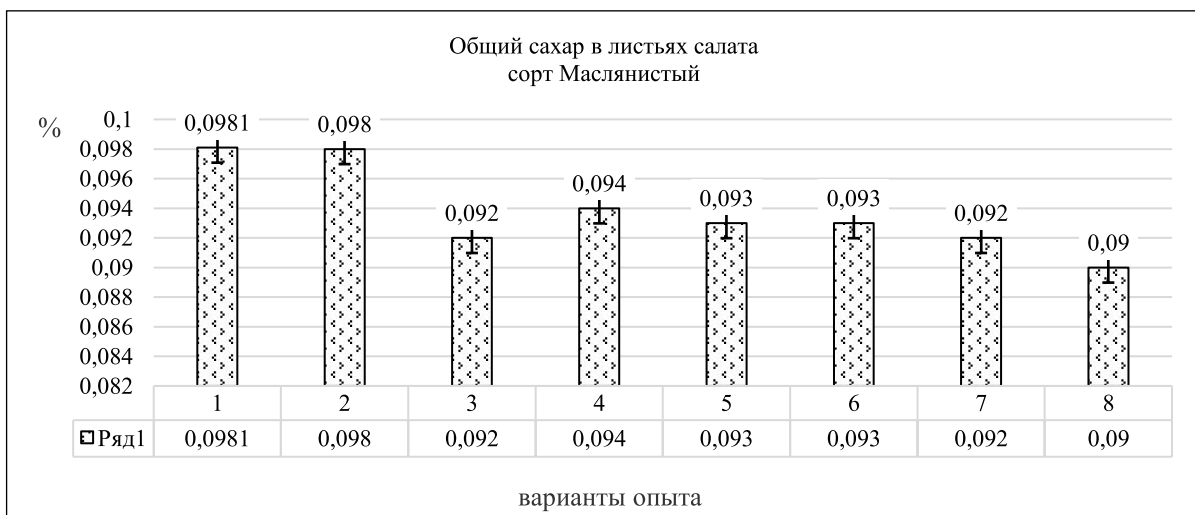


Рис. 9 – Влияние вермигуминовых удобрений на динамику накопления общего сахара в листьях салата сорта Маслянистый

Содержание витамина С в листовой зелени салата сорта Маслянистый под влиянием вермигуматов изменялось по-разному (рис. 10). Наибольшее накопление витамина отмечено в листьях салата в варианте № 4 и 6 с Вермигуматом с кремнием и с наноксидом кремния (в среднем больше на 13,3 %), затем в варианте с Вермигуматом с марганцем (в среднем больше на 10,6 %), с Вермигуматом с янтарной кислотой (в среднем больше на 9,7 %), с Вермигуматом с медью (в среднем больше на 9,5 %), с Вермигуматом с наноксидом меди (в среднем на 7,3 %), с Вермигуматом с йодом (в среднем больше на 4,0 %) по сравнению с контролем.

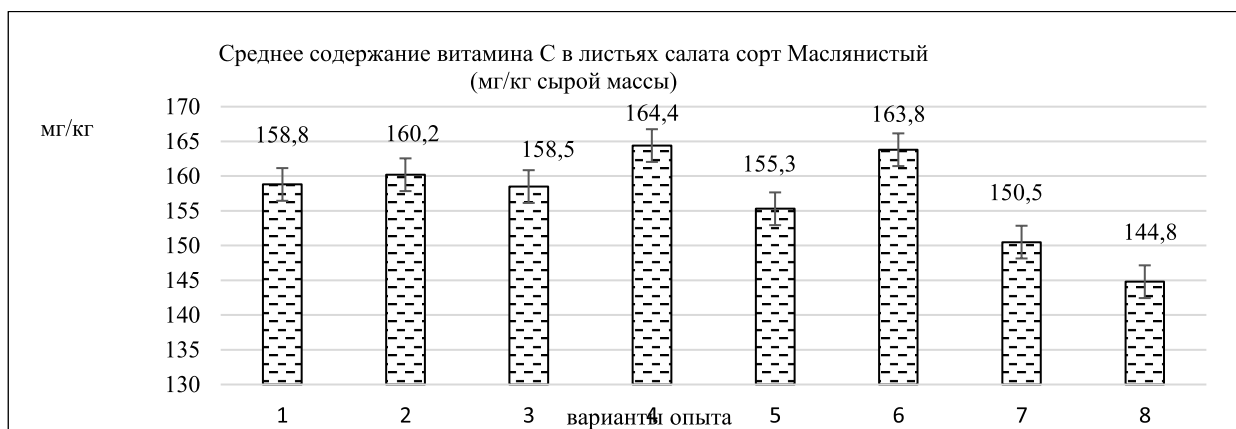


Рис. 10 – Влияние вермигуматов на накопление витамина С в листьях салата сорта Маслянистый

Влияние вермигуматов на накопление нитратов в листьях салата сорт Маслянистый представлено на диаграмме рис. 11.



Рис. 11 – Влияние вермигуматов на динамику накопления нитратов в листьях салата

Использование биологического удобрения Вермигумат при выращивании листовых салатов не увеличивало количество нитратов в листьях салатов всех вариантов опыта. В целом, уровень нитратов в продукции всех вариантов опыта был значительно ниже ПДК (не более 1900 мг/кг, ГОСТ Р 70575-2022 «Продукция и продовольствие с улучшенными характеристиками. Овощи тепличные. Общие технические требования и правила производства»), что важно для товарной продукции, и соответствует категории экологически безопасной продукции. Следовые концентрации тяжелых металлов кадмия и свинца оставались на уровне контрольных значений во всех вариантах опыта и были значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов для экологически безопасной продукции, а мышьяк и ртуть не были обнаружены. Такую овощную продукцию в течение всего года, или круглогодично, можно предлагать в рационы потребителей разных возрастов людей, включая подростков.

Результаты расчетов энергетической эффективности выращивания салата защищенного грунта в зависимости от применяемых биологических гуминовых удобрений представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Энергетическая эффективность производства салата в зависимости от применяемых удобрений

Вариант опыта	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Урожайность, т/га	Выход валовой энергии в урожае, МДж/га	Энергетический коэффициент
вариант 1	24000	225000	72816	3,04
вариант 2	24000	221000	71521	2,98
вариант 3	24000	222000	71845	2,99
вариант 4	24000	224000	71845	3,00
вариант 5	24000	224000	72492	3,02
вариант 6	24000	228000	73787	3,08
вариант 7	24000	222000	71845	2,99
контроль	24000	220000	71198	2,97

Результаты свидетельствуют о том, что самый высокий энергетический коэффициент при возделывании салата сорта Маслянистый с применением вермигуминового удобрения установлен (в порядке убывания): Вермигумат-4-наноSiO, Вермигумат-4, Вермигумат-4-наноCuO, Вермигумат-4-Si, что говорит о высокоом выходе валовой энергии в урожае и целесообразности выращивания салата по данной агротехнологии.

Расчеты примерной экономической эффективности выращивания листовых овощей в горшочках на плотках в бассейне представлены в табл. 5.

**Таблица 5 – Экономическая эффективность производства салата сорта Маслянистый**

Показатели	Контроль	Опыт с применением вермигуматов
Урожайность, шт.	50000	50000
Закупочная цена руб. / шт.	20	20
Выручка от реализации продукции, тыс. руб./шт.	1000	1000
Затраты, тыс. руб.	840	830
Прибыль, тыс. руб.	160	180
Рентабельность, %	19,1	21,7

Уменьшение затрат связано с сокращением на 2 дня сроков выращивания растений (сокращение электроресурсов, потребности в воде) в связи с их более интенсивным ростом и развитием под действием применяемых вермигуматов. Применение Вермигуминового удобрения увеличивает рентабельность производства листового салата в среднем на 13,6 %.

**Заключение.** Результаты наших исследований свидетельствуют, что под влиянием вермигуминовых удобрений во всех вариантах опыта были получены качественные растения листового салата сорта Маслянистый с улучшенными хозяйственно-ценными характеристиками: с отличными внешними признаками, насыщенным составом с улучшенными вкусовыми характеристиками и экологически безопасные. По бальной системе лучшими были варианты: листовые салаты после обработки удобрениями Вермигуматы с марганцем, медью и кремнием, более худший вариант – листовый салат после обработки Вермигуматом с цинком. Установлено увеличение содержания общего хлорофилла и каротиноидов в тканях листа салата сорта Маслянистый, что повышает устойчивость растений к заболеваниям и способствует повышению сохранности овощной тепличной продукции.

Проведенные комплексные исследования по формированию оптимальной системы производства продукции овощей улучшенного товарного качества и сохранности, разработка приемов увеличения урожайности тепличных овощей способствует повышению уровня самообеспечения овощами региона. Результаты данных исследований можно также использовать в селекции тепличных растений, а усовершенствованный агротехнологический прием с дополнительной вегетативной обработкой раствором вермигумата для обеспечения своевременного цветения и предотвращения преждевременного старения растений.

#### Библиография

1. Агафонов Е.В. Испытание регуляторов роста растений и гуминовых препаратов / Е. В. Агафонов // Агротехнический вестник. – 2013. – № 3. – С. 15.
2. Касторнова А. Урожайность шпината в зависимости от обработки гуматом калия-натрия / А. Касторнова, Г. Кунавин // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 7–10.
3. Коцарева Н.В. Научные основы производства овощей в Белгородской области / Н. В. Коцарева, И. А. Быков // Бюллетень научных работ Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина. – 2009. – № 17. – С. 9–12.
4. Коцарева Н.В. Тепличное хозяйство и технологии / Н. В. Коцарева, О. Н. Шабетя, А. Н. Крюков. Белгород. 2019.
5. Краснояружская В.А. Гуматы как средство минимизации воздействия тяжелых металлов / В. А. Краснояружская, Т. В. Олива // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. – 2020. – С. 94.
6. Лушпина Т.Н. Влияние биологического препарата на хозяйственно ценные признаки зеленых культур в защищенном грунте / Т. Н. Лушпина, Н. В. Коцарева // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. Материалы XXII международной научно-производственной конференции. –2018. – С. 79–80.
7. Наумкин В.Н. Пищевые и лекарственные свойства культурных и дикорастущих растений / В. Н. Наумкин, Н. В. Коцарева, А. Н. Крюков, А. Г. Демидова, Л. А. Манохина, Л. А. Наумкина. Москва. 2020.
8. Олива Т.В. Биотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве / Т. В. Олива, Г. В. Шевченко, О. М. Исаева // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 42–43.
9. Олива Т.В. Тепличное производство йоднакопительного листового салата сорта Лолло Росса / Т. В. Олива, С. И. Панин, Е. Ю. Колесниченко, Е. А. Кузьмина, Е. А. Ярцева // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23577> (дата обращения: 19.10.2023).
10. Олива Т.В. Листовой салат сорта Афицион в защищенном грунте / Т. В. Олива, Л. А. Манохина, Е. А. Кузьмина, Е. Н. Проскурина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4 (24). – С. 235–244.
11. Олива Т.В. Компонентный состав йоднакопительных сортов листового салата в условиях защищенного грунта / Т. В. Олива, Л. А. Манохина, Е. А. Кузьмина // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12–2. – С. 229–235.
12. Олива Т.В. Экологические аспекты производства и применения вермикомпоста / Т. В. Олива, Е. Ю. Колесниченко, С. И. Панин, Н. В. Андреева // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2022. – № 4 (26). – С. 41–46.
13. Пинчук Е.В. Ценная овощная зелень на гидропонике для круглогодичного потребления / Е. В. Пинчук, Л. В. Беспалько, Е. Г. Козарь, И. Т. Балашова, С. М. Сирота, Т. Е. Шевченко // Овощи России. – 2019. – № 3 (47). – С. 45–53.
14. Рабинович Г.Ю., Любимова Н.А. Биосинтез наночастиц металлов и оксидов металлов и их использование в качестве компонентов удобрений и препаратов для растениеводства (обзор литературы). – ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», М. 2021.
15. Степанова Д.И., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И., Герасимова Г.А. Эффективность подкормок йодом и вермикомпостом при выращивании огурцов в Якутии [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-



производственный журнал. – 2021. – № 1. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st\\_118.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_118.pdf).  
Индекс DOI: <https://doi.org/10.51419/20211118>.

16. Сушук Н.А. Изучение хлорофиллов и каротиноидов выжимок плодов *Ribes Nigrum* / Н. А. Сушук, В. С. Кисличенко // Научные ведомости. Серия медицина. Фармация. 2013. № 25. (168). Выпуск 24/1. С. 72–74.
17. Тарасов А.В. Производство экологически безопасной и оздоровительной тепличной овощной продукции / А. В. Тарасов, Т. В. Олива, Е. Н. Проскурина // Управление городом: теория и практика. – 2017. – № 2 (25). – С. 20–29.
18. Шендерова Е.С. Сравнительное определение содержания свободных органических кислот в листьях одуванчика лекарственного и салата листового / Е. С. Шендерова, А. К. Козел // Молодость. Интеллект. Инициатива. Материалы VII Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов: сб. статей. 2019. С. 89–90.
19. Aleinik S.N., Dorofeev A.F., Akinchin A.V., Linkov S.A., Melentiev A.A. Agriculture development in the context of technological and ecology problems // Journal of Critical Reviews. 2020. Т. 7. № 9. С. 2174–2182.
20. Lichtenthaler H.K., Babani K., Langsdorf G. Chlorophyll fluorescence imaging of photosynthetic activity in sun and shade leaves of trees // Photosynth. Res. 2007. Vol. 93. P. 235–244.
21. Lysenko V. Fluorescence kinetic parameters and cyclic electron transport in guard cell chloroplasts of chlorophyll-deficient leaf tissues from variegated weeping fig (*Ficus benjamina* L.) // Planta. – 2012. – Vol. 235. – P. 023–1033.

#### References

1. Agafonov E.V. Ispytanie regulyatorov rosta rastenij i guminovyh preparatov / E. V. Agafonov // Agrohimicheskij vestnik. – 2013. – № 3. – С. 15.
2. Kastornova A. Urozhajnost' shpinata v zavisimosti ot obrabotki gumatom kaliya-natriya / A. Kastornova, G. Kunavin // Ovoshchevodstvo i teplichnoe hozyajstvo. – 2015. – № 3. – С. 7–10.
3. Kocareva N.V. Nauchnye osnovy proizvodstva ovoshchej v Belgorodskoj oblasti / N. V. Kocareva, I. A. Bykov // Byulleten' nauchnyh rabot Belgorodskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.Ya. Gorina. – 2009. – № 17. – С. 9–12.
4. Kocareva N.V. Teplichnoe hozyajstvo i tekhnologii / N. V. Kocareva, O. N. Shabetya, A. N. Kryukov. Belgorod. 2019.
5. Krasnoyarskaya V.A. Gumaty kak sredstvo minimizacii vozdeystviya tyazhelyh metallov / V. A. Krasnoyarskaya, T. V. Oliva // Gorinskie chteniya. Innovacionnye resheniya dlya APK. Materialy Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii. V 4-h tomah. – 2020. – С. 94.
6. Lushpina T.N. Vliyaniye biologicheskogo preparata na hozyajstvenno cennye priznaki zelenyh kul'tur v zashchishchennom grunte / T. N. Lushpina, N. V. Kocareva // Organicheskoe sel'skoe hozyajstvo: problemy i perspektivy. Materialy XXII mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii. – 2018. – С. 79–80.
7. Naumkin V.N. Pishchevye i lekarstvennye svoystva kul'turnyh i dikorastushchih rastenij / V. N. Naumkin, N. V. Kocareva, A. N. Kryukov, A. G. Demidova, L. A. Manohina, L. A. Naumkina. Moskva. 2020.
8. Oliva T.V. Biotekhnologicheskie al'ternativy v sel'skom hozyajstve / T. V. Oliva, G. V. Shevchenko, O. M. Isaeva // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2007. – № 12. – С. 42–43.
9. Oliva T.V. Teplichnoe proizvodstvo jodnakopitel'nogo listovogo salata sorta Lollo Rossa / T. V. Oliva, S. I. Panin, E. Yu. Kolesnichenko, E. A. Kuz'mina, E. A. Yarceva // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 6. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23577> (data obrashcheniya: 19.10.2023).
10. Oliva T.V. Listovoy salat sorta Aficion v zashchishchennom grunte / T. V. Oliva, L. A. Manohina, E. A. Kuz'mina, E. N. Proskurina // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – 2019. – № 4 (24). – С. 235–244.
11. Oliva T.V. Komponentnyj sostav jodnakopitel'nyh sortov listovogo salata v usloviyah zashchishchennogo grunta / T. V. Oliva, L. A. Manohina, E. A. Kuz'mina // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2019. – № 12–2. – С. 229–235.
12. Oliva T.V. Ekologicheskie aspekty proizvodstva i primeneniya vermikomposta / T. V. Oliva, E. Yu. Kolesnichenko, S. I. Panin, N. V. Andreeva // Aktual'nye voprosy sel'skohozyajstvennoj biologii. – 2022. – № 4 (26). – С. 41–46.
13. Pinchuk E.V. Cennaya ovoshchnaya zelen' na gidroponike dlya kruglogodichnogo potrebleniya / E. V. Pinchuk, L. V. Bespal'ko, E. G. Kozar', I. T. Balashova, S. M. Sirota, T. E. Shevenko // Ovoshchi Rossii. – 2019. – № 3 (47). – С. 45–53.
14. Rabinovich G.Yu., Lyubimova N.A. Biosintez nanochastich metallov i oksidov metallov i ih ispol'zovanie v kachestve komponentov udobrenij i preparatov dlya rastenievodstva (obzor literatury). – FGBNU FIC «Pochvennyj institut im. V. V. Dokuchaeva», M. 2021.
15. Stepanova D.I., Grigor'ev M.F., Grigor'eva A.I., Gerasimova G.A. Effektivnost' podkormok jodom i vermikompostom pri vyrashchivaniy ogurcov v Yakutii [Elektron. resurs] // AgroEkoInfo: Elektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal. – 2021. – № 1. – Rezhim dostupa: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st\\_118.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_118.pdf). Индекс DOI: <https://doi.org/10.51419/20211118>.
16. Sushchuk N.A. Izuchenie hlorofillov i karotinoidov vyzhimok plodov *Ribes Nigrum* / N. A. Sushchuk, V. S. Kislichenko // Nauchnye vedomosti. Seriya medicina. Farmaciya. 2013. № 25. (168). Vypusk 24/1. S. 72–74.
17. Tarasov A.V. Proizvodstvo ekologicheski bezopasnoj i ozdorovitel'noj teplichnoj ovoshchnoj produkcii / A. V. Tarasov, T. V. Oliva, E. N. Proskurina // Upravlenie gorodom: teoriya i praktika. – 2017. – № 2 (25). – С. 20–29.
18. Shenderova E.S. Sravnitel'noe opredelenie soderzhaniya svobodnyh organicheskikh kislot v list'yah oduvanchika lekarstvennogo i salata listovogo / E. S. SHenderova, A. K. Kozel // Molodost'. Intellect. Iniciativa. Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i magistrantov: sb. statej. 2019. S. 89–90.
19. Aleinik S.N., Dorofeev A.F., Akinchin A.V., Linkov S.A., Melentiev A.A. Agriculture development in the context of technological and ecology problems // Journal of Critical Reviews. 2020. Т. 7. № 9. С. 2174–2182.
20. Lichtenthaler H.K., Babani K., Langsdorf G. Chlorophyll fluorescence imaging of photosynthetic activity in sun and shade leaves of trees // Photosynth. Res. 2007. Vol. 93. R. 235–244.
21. Lysenko V. Fluorescence kinetic parameters and cyclic electron transport in guard cell chloroplasts of chlorophyll-deficient leaf tissues from variegated weeping fig (*Ficus benjamina* L.) // Planta. – 2012. – Vol. 235. – R. 023–1033.

#### Сведения об авторах

Колесниченко Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, [kolesnichenko\\_ej@bsaa.edu.ru](mailto:kolesnichenko_ej@bsaa.edu.ru).

Олива Тамара Владимировна, кандидат биологических наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, oliva\_tv@bsaa.edu.ru.

Панин Сергей Иванович, кандидат биологических наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, Panin\_SI@bsaa.edu.ru.

Селюков Илья Васильевич, аспирант агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, ily-selyukov@yandex.ru.

#### **Information about authors**

Kolesnichenko Elena Yurevna, candidate of biological Sciences, associate professor of the faculty of agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilov St. 1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68, kolesnichenko\_ej@bsaa.edu.ru.

Oliva Tamara Vladimirovna, candidate of biological Sciences, associate professor of the faculty of agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilov St. 1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68, oliva\_tv@bsaa.edu.ru.

Panin Sergey Ivanovich, candidate of biological Sciences, associate professor of the faculty of agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilov St. 1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68, Panin\_SI@bsaa.edu.ru.

Selyukov Ilya Vasilyevich, postgraduate student of the faculty of agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilov St. 1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68, ily-selyukov@yandex.ru.

## ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И ЧИСЛЕННОСТИ КЛЮЧЕВЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ГРУПП БАКТЕРИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

**Аннотация.** Почва в опыте была нетоксична несмотря на разные системы обработки. Различия в интенсивности снижения длины проростка и длины корешка не превышали 30 %. Технология No-till на чернозёмных почвах опытного участка не приводила к существенному изменению активности микроорганизмов, разрушающих целлюлозу. Эмиссия почвой CO<sub>2</sub> при применении технологии No-till была ниже, чем при традиционной обработке на 4 кг/га в сутки и составила 12,2 кг/га в сутки. По системе No-Till общее количество бактерий в среднем в слое 0-20 см составило  $3,8 \times 10^7$  КОЕ/г, по традиционной обработке в этом же слое данный показатель снижался до  $2,8 \times 10^7$  КОЕ/г. Слой 20-40 см отличался меньшим количеством бактерий по сравнению со слоем 0-20 см по всем вариантам опыта. В слое почвы 0-20 см количество микроорганизмов, участвующих в минерализации гумуса, было значительно выше при системе No-till –  $3,1 \times 10^5$  КОЕ/г, против  $2,8 \times 10^4$  КОЕ/г при традиционной обработке. Данная закономерность была установлена в целом для пахотного слоя. Количество азотфиксирующих бактерий как по отдельным горизонтам, так и в целом в слое 0-40 см, было выше при традиционной обработке. Ни на одном варианте опыта, согласно результатам лабораторных исследований, патогенных бактерий обнаружено не было. При использовании различных технологий обработки почвы отличия в численности микроорганизмов-представителей различных групп оказались незначительными, исходя из чего можно предположить, что разные системы обработки почвы не оказывают существенного влияния на цикл азота.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, дыхание почвы, целлюлозоразрушающая способность почвы, способы обработки почвы, плодородие, технология No-till, азотфиксирующие бактерии.

## ASSESSMENT OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF TYPICAL CHERNOZEM AND THE NUMBER OF KEY ECONOMICALLY VALUABLE GROUPS OF BACTERIA UNDER THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL FACTORS

**Abstract.** The soil in the experiment was non-toxic despite different treatment systems. The differences in the intensity of the reduction in the length of the seedling and the length of the root did not exceed 30 %. The No-till technology on the chernozem soils of the experimental site did not lead to a significant change in the activity of microorganisms that destroy cellulose. The CO<sub>2</sub> emission by the soil using No-till technology was lower than with traditional processing by 4 kg/ha per day and amounted to 12.2 kg/ha per day. According to the No-Till system, the total number of bacteria on average in the 0-20 cm layer was  $3.8 \times 10^7$  CFU/g, according to traditional processing in the same layer, this indicator decreased to  $2.8 \times 10^7$  CFU/g. The 20-40 cm layer was distinguished by a smaller number of bacteria compared to the 0-20 cm layer in all variants of the experiment. In the 0-20 cm soil layer, the number of microorganisms involved in humus mineralization was significantly higher with the No-till system –  $3.1 \times 10^5$  CFU/g, versus  $2.8 \times 10^4$  CFU/g with traditional processing. This pattern was established in general for the arable layer. The number of nitrogen-fixing bacteria both in individual horizons and in the whole 0-40 cm layer was higher with traditional processing. According to the results of laboratory studies, no pathogenic bacteria were detected in any variant of the experiment. When using different tillage technologies, differences in the number of microorganisms from different groups turned out to be insignificant, on the basis of which it can be assumed that different tillage systems do not significantly affect the nitrogen cycle.

**Keywords:** microorganisms, soil respiration, cellulose-destroying ability of soil, tillage methods, fertility, No-till technology, nitrogen-fixing bacteria.

**Введение.** В настоящее время все больший интерес направлен на изучение и последующее внедрение в производство приемов «нулевой» обработки почвы (No-till). Л.Н. Кузнецова с соавторами (3) отмечает: «В Центрально-Черноземном регионе применение технологии No-till может способствовать сохранению почвенного плодородия без снижения урожаев основных сельскохозяйственных культур».

С.А. Линков с соавторами (6) заявляет: «Предполагается, что внедрение No-till позволяет сохранять плодородие почв на определенном уровне в первые годы применения и увеличивать его в последующие годы».

Л.Н. Кузнецова с соавторами (2) пишет: «При оценке различных технологий обработки особое внимание следует уделять изучению микробиологической активности почвы, которая во многом зависит от интенсивности сельскохозяйственной деятельности и применяемых технологических приемов».

С.А. Линков (7) также отмечает: «Оценка показателей биогенности почв может быть использована как для раскрытия генезиса почв, так и в прикладных производственных целях».

А.В. Ширяев (11) заявляет: «Микробное сообщество почвы является важным компонентом формирования плодородия и развития сельскохозяйственных растений».

По мнению Т.С. Морозовой (9): «Микробиологические сообщества, являясь компонентом биоценоза, играют важную роль для биосферы в геохимическом аспекте (био конверсия вещества, энергии и элементов)». К.Ш. Казеевым (1) отмечено: «Для человека сообщества микроорганизмов играют определяющую роль в таких процессах, как обеспечения плодородия почвы, очищение воды, заболевания культурных растений, и многих других, из чего следует, что, в некоторой степени, человек, как часть экосистемы, должен участвовать в гомеостазе экосистемы». Поэтому С.Д. Лицуков (8) указывает: «Контроль и тем более регуляция деятельности микробного сообщества представляются практически важной задачей».

Л.Н. Кузнецовой (4) установлено: «Почвенные микроорганизмы «чутко» реагирует на разнообразные внешние, в том числе и антропогенные, воздействия». Т.С. Морозова (10) пишет: «Микробиологическими индикаторами изменения почвы выступают обилие микроорганизмов, в том числе их общая биомасса, численность бактерий и микроскопических грибов их ферментативная активность и численность обитающих в ней патогенов».

Л.Н. Кузнецова с соавторами (5) отмечает: «Сочетание природоохранных мероприятий с одновременным совершенствованием и интеграцией методов оценки почвенного микробного разнообразия позволят в будущем объединить усилия ученых, направленные на сохранение стабильности экосистем и биосферы в целом».

Исследования по изучению биологических показателей плодородия почв проводились в масштабном производственном опыте, заложенном в 2 природно-климатических зонах Белгородской области – лесостепной и степной, на 15 закрепленных реперных участках на территории сельскохозяйственных предприятий Корочанского (участки 1-10) и Красногвардейского (участки 11-15) районов Белгородской области. При этом участки 1, 3, 5, 7, 9, 11, 12 и 13 размещались на территории сельскохозяйственных предприятий, использующих технологию No-Till, а участки 2, 4, 6, 8, 10, 14, и 15 – на полях, обрабатываемых по классическим технологиям.

Реперные участки 1, 3, 5, 7 и 9 были заложены на полях ООО «Мясные фермы Искра», участок 2 – ИП Анисимов, 4 и 6 – ООО «Агрохолдинг Корочанский», 8 и 10 – ООО «Русагро». Участки 11, 12 и 13 были размещены на землях ОАО «Самаринское», участки 14 и 15 – на территории землепользования КФХ (Попов А.Е.).

Почвенный покров реперных участков Корочанского района представлен черноземами типичными и выщелоченными среднегумусированными среднемогучными средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В Красногвардейском районе реперные участки были заложены на черноземе обыкновенном (11, 12 и 13), а также на черноземе карбонатном (участки 14 и 15).

**Цель и задачи.** Цель выполнения данной научно-исследовательской работы – изучить влияние климатических и агротехнических факторов на микробный состав и численность ключевых хозяйственно-ценных групп бактерий.

В ходе выполнения исследований были решены следующие задачи:

1. Произведен количественный учет ключевых хозяйственно-ценных групп бактерий.
2. Определена общая биологическая активность почв по методу Мишустина, Вострова и Петровой (по интенсивности разложения целлюлозы) по слоям почвы 0-10; 10-20; 20-30 см.
3. Изучена биологическая активность исследуемых почв по интенсивности дыхания.
4. Определена фитотоксичность почв методом биотестирования.

Оценку микробиологических показателей и токсичности почвы выполняли по слоям 0-20 и 20-40 см.

**Материалы и методы.** С целью всесторонней оценки влияния почвосберегающих и традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур почвы на ее микробиологическую и ферментативную активность, а также групповой состав микроорганизмов на всех реперных участках были выполнены следующие учеты и анализы:

- общее количество бактерий (МУ 1446-76);
- микроорганизмы, участвующие в минерализации гумусовых веществ (Практикум по микробиологии – 2-е изд., Е.З. Теппер, М.: Колос, 1979);
- азотфиксирующие микроорганизмы: клостридии, азотобактер (Практикум по микробиологии – 2-е изд., Е.З. Теппер, М.: Колос, 1979);
- токсичность почвы при помощи тест-растений. За контрольный вариант, согласно методике, принимали субстрат, смоченный водой.
- дыхание почвы – метод Л.О. Карпачевского – модифицированный метод Штатнова (Практикум по микробиологии – 2-е изд., Е.З. Теппер, М.: Колос, 1979);
- микробиологическая активность почвы – модифицированный метод Кристенсена (Практикум по микробиологии – 2-е изд., Е.З. Теппер, М.: Колос, 1979.).

**Результаты и обсуждение.** Одной из важных причин неблагоприятного воздействия на снижение урожайности и неудовлетворительный рост сельскохозяйственных растений оказывает токсичность почвенной среды. Установлено, что длительное выращивание растений одного и того же вида на одном и том же месте приводит к накоплению в почве фитотоксичных веществ. Для их выявления требуется определить наличие водорастворимых веществ – колинов, которые способны передвигаться в почвенных условиях.

В наших исследованиях повышение токсичности почвы может быть связано с применением минеральных удобрений и химических средств защиты растений в результате сельскохозяйственной деятельности.

В лабораторных условиях нами определена общая фитотоксичность почвенных образцов, которые были отобраны на 15 реперных участках, 8 из которых находились на полях предприятий, применяющих технологию No-till. Другие 7 участков находились на соседних полях, где предусмотрена обработка почвы.

Почвенные образцы отбирались из слоев почвы 0-20 и 20-40 см.

Степень фитотоксичности почвы рассчитывали по изменению длины корешков и проростков тест-растения, выращенных на исследуемых почвах по отношению к контролю, выраженную в процентах. Полученные на контрольном варианте результаты принимались за 100 % и с ними сравнивали варианты опытов.

Отобранные в количестве 25 штук семена тест-растений равномерно размещались в чашки Петри с почвой исследуемых участков или дистиллированной водой (контроль). Для контрольного образца с отсутствием фитотоксического эффекта всхожесть семян составила 100 % – взошли 25 семян. Средняя длина проростков составила 13,1 см, средняя длина корешков – 5,4 см.

Анализ проявления токсичности почв по интенсивности нарастания корешков показал, что степень токсичности по слоям почвы различается. Почва реперного участка № 1 в слое 0-20 см проявила среднюю токсичность – 44 %, а почва слоя 20-40 см фитотоксичность не проявила –12 % .

По длине проростка наблюдается угнетение роста в слое почвы 0-20 см на 34,4 % (4,5 см), а в слое 20-40 см, напротив, длина проростка была больше, а угнетение составило 30,5 % (4,0 см).

По изменению длины корешка наблюдается аналогичная картина. Интенсивность снижения в слое 0-20 см составила 44,4 % (-2,4 см), в слое 20-40 см длина проростка оказалась больше на 11,1 % (+0,6 см).

В образцах почвы разреза № 2, отобранных в слое 0-20 см токсический эффект проявлен слабо и токсичность составила 8 %. С увеличением глубины отбора образца до 20-40 см в почве токсичность увеличивается до 40 % и почва оценивается как токсичная.

Длина корешка и проростка увеличивалась относительно контроля. Существенное увеличение проростка было отмечено в слое 0-20 см и составило 49,6 % (+6,5 см), в слое 20-40 см отмечена тенденция к увеличению – 3,8 % (+0,5 см). Существенное увеличение длины корешка отмечено во всех изучаемых слоях почвы. Наибольшее увеличение отмечено в слое почвы 20-40 см – 146,3 % (7,9 см), в слое 0-20 см – 57,4 % (3,1 см).

Сравнительная оценка токсичности в слое почвы 0-40 см реперных участков № 1, где применялась технология No-till, и № 2 с традиционной обработкой почв, не показала существенных различий и токсичность составила 28 % и 24 % соответственно. В целом почва оценивается как нетоксичная.

На участке № 2 с традиционной обработкой длина проростка и корешка была выше. Интенсивность увеличения составила 26,7 % и 101,9 % соответственно. При технологии No-till (участок № 1) отмечены незначительные снижения морфометрических показателей -1,5 % (-0,2 см) и -16,6 % (-0,9 см) по сравнению с контролем и в 1,2 раза и 2,5 раза соответственно длина проростка и корешка ниже, по сравнению с традиционной обработкой.

Токсичность почвы реперного участка № 3 в слое 0-20 см и 20-40 см составила 12 %, что позволяет оценивать почву как нетоксичная. Почва слоя 0-20 см не оказала ингибирующего влияния на интенсивность роста проростка и по длине проростка наблюдается увеличение роста на 29,8 % или на 5,2 см. В слое почвы 20-40 см отмечается незначительное снижение длины проростка – на 18 % или на 4,4 см.

**Таблица 1 – Токсичность почвы (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Реперный участок	Слой почвы, см	Количество проростков, шт.	Длина проростка			Длина корешка			Токсичность, %
			см	±, см	%	см	±, см	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
контроль		<b>25</b>	<b>13,1</b>			<b>5,4</b>			
№1 (No-till)	0-20	14	8,6	-4,5	34,4	3,0	-2,4	44,4	44
	20-40	22	17,1	+4,0	30,5	6,0	+0,6	11,1	12
	<b>0-40</b>	<b>18</b>	<b>12,9</b>	<b>-0,2</b>	<b>1,5</b>	<b>4,5</b>	<b>-0,9</b>	<b>16,6</b>	<b>28</b>
№2 (традиционная обработка)	0-20	23	19,6	+6,5	49,6	8,5	+3,1	57,4	8
	20-40	15	13,6	+0,5	3,8	13,3	+7,9	146,3	40
	<b>0-40</b>	<b>19</b>	<b>16,6</b>	<b>+3,5</b>	<b>26,7</b>	<b>10,9</b>	<b>+5,5</b>	<b>101,9</b>	<b>24</b>
№3 (No-till)	0-20	22	17,0	+3,9	29,8	5,2	-0,2	3,7	12
	20-40	22	14,8	+1,7	13,0	4,4	-1,0	18,5	12
	<b>0-40</b>	<b>22</b>	<b>15,9</b>	<b>+2,8</b>	<b>21,4</b>	<b>4,8</b>	<b>-0,6</b>	<b>11,1</b>	<b>12</b>
№4 (традиционная обработка)	0-20	22	16,0	+2,7	20,3	4,8	-0,6	11,1	12
	20-40	18	21,0	+7,9	60,3	8,5	+3,1	57,4	28
	<b>0-40</b>	<b>20</b>	<b>18,5</b>	<b>+5,4</b>	<b>41,2</b>	<b>6,7</b>	<b>+1,3</b>	<b>24,1</b>	<b>20</b>
№5 (No-till)	0-20	18	13,4	+0,3	2,2	4,6	-0,8	14,8	28
	20-40	24	15,8	+2,7	20,6	5,6	+0,2	3,7	4
	<b>0-40</b>	<b>21</b>	<b>14,6</b>	<b>+1,5</b>	<b>11,5</b>	<b>5,1</b>	<b>-0,3</b>	<b>5,6</b>	<b>16</b>
№6 (традиционная обработка)	0-20	14	16,3	+3,2	24,4	6,0	+0,6	11,1	44
	20-40	17	11,0	-2,1	16	4,2	-1,2	22,2	32
	<b>0-40</b>	<b>16</b>	<b>13,7</b>	<b>+0,6</b>	<b>4,2</b>	<b>5,1</b>	<b>-0,3</b>	<b>5,6</b>	<b>36</b>
№7 (No-till)	0-20	25	13,6	+0,5	3,8	3,8	-1,6	29,6	0
	20-40	13	13,0	-0,1	0,8	6,0	+0,6	11,1	48
	<b>0-40</b>	<b>19</b>	<b>13,3</b>	<b>+0,2</b>	<b>1,5</b>	<b>4,9</b>	<b>-0,5</b>	<b>9,3</b>	<b>24</b>
№8 (традиционная обработка)	0-20	16	7,2	-5,9	45	3,9	-1,5	27,8	36
	20-40	16	19,0	+5,9	45	4,3	-1,1	20,4	36
	<b>0-40</b>	<b>16</b>	<b>13,1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>24,1</b>	<b>36</b>
№9 (No-till)	0-20	25	19,7	+6,6	50,4	5,0	-0,4	7,4	0
	20-40	20	19,8	+6,7	51,1	5,8	+0,4	7,4	20
	<b>0-40</b>	<b>23</b>	<b>19,8</b>	<b>+6,7</b>	<b>51,1</b>	<b>5,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
№10 (традиционная обработка)	0-20	24	19,3	+6,2	47,3	6,5	+1,1	20,4	4
	20-40	25	16,8	+3,7	28,2	5,3	-0,1	1,9	0
	<b>0-40</b>	<b>24</b>	<b>18,1</b>	<b>+4,9</b>	<b>37,8</b>	<b>5,9</b>	<b>+0,5</b>	<b>9,3</b>	<b>4</b>
№11 (No-till)	0-20	25	16,4	+3,3	25,2	3,8	-1,6	29,6	0
	20-40	21	17,6	+4,5	34,4	5,9	+0,5	9,3	16
	<b>0-40</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>+3,9</b>	<b>29,8</b>	<b>4,9</b>	<b>-1,1</b>	<b>19,5</b>	<b>8</b>
№12 (No-till)	0-20	21	17,2	+4,1	31,3	3,8	-1,6	29,6	16
	20-40	21	19,8	+6,7	51,1	6,1	+0,7	13	16
	<b>0-40</b>	<b>21</b>	<b>18,5</b>	<b>+5,4</b>	<b>41,2</b>	<b>5,0</b>	<b>-0,9</b>	<b>21,3</b>	<b>16</b>
№13 (No-till)	0-20	14	18,3	+5,2	39,7	3,7	-1,7	31,5	44
	20-40	24	20,2	+7,1	54,2	5,1	-0,3	5,6	4
	<b>0-40</b>	<b>19</b>	<b>19,3</b>	<b>+6,2</b>	<b>47</b>	<b>4,4</b>	<b>-1,0</b>	<b>18,6</b>	<b>24</b>
№14 (традиционная обработка)	0-20	18	15,7	+2,6	19,9	4,0	-1,4	25,9	28
	20-40	16	8,2	-4,9	37,4	3,3	-2,1	38,9	36
	<b>0-40</b>	<b>17</b>	<b>10,5</b>	<b>-1,2</b>	<b>28,7</b>	<b>3,7</b>	<b>-1,8</b>	<b>32,4</b>	<b>32</b>
№15 (традиционная обработка)	0-20	25	18,7	+5,6	42,7	6,7	+1,3	24,1	0
	20-40	16	8,2	-4,9	37,4	3,3	-2,1	38,9	36
	<b>0-40</b>	<b>21</b>	<b>13,5</b>	<b>+0,5</b>	<b>40,1</b>	<b>5,0</b>	<b>-0,4</b>	<b>31,5</b>	<b>16</b>

Средняя токсичность по участкам Корочанского района									
No-till	0-20		14,5	+1,4	10,7	4,3	-1,1	20,4	17
	20-40		15,3	+2,2	16,8	5,6	+0,2	3,7	19
	<b>0-40</b>		<b>14,9</b>	<b>+1,8</b>	<b>13,7</b>	<b>5,0</b>	<b>-0,4</b>	<b>7,4</b>	<b>18</b>
Традиционная обработка	0-20		15,7	+2,6	19,8	5,9	+0,5	9,2	21
	20-40		16,3	+3,2	24,4	7,1	+1,6	29,6	27
	<b>0-40</b>		<b>16,0</b>	<b>+2,9</b>	<b>22,1</b>	<b>6,5</b>	<b>+1,1</b>	<b>20,4</b>	<b>24</b>
Средняя токсичность по участкам Красногвардейского района									
No-till	0-20		17,3	+4,2	32,1	3,8	-1,6	29,6	20
	20-40		19,2	+6,1	46,9	5,7	+0,3	5,5	12
	<b>0-40</b>		<b>18,3</b>	<b>+5,2</b>	<b>39,7</b>	<b>4,8</b>	<b>-0,6</b>	<b>11,1</b>	<b>16</b>
Традиционная обработка	0-20		17,2	+4,1	31,3	5,4	0	0	14
	20-40		8,2	-4,9	37,4	3,3	-2,1	38,9	36
	<b>0-40</b>		<b>12,7</b>	<b>-0,4</b>	<b>2,9</b>	<b>4,4</b>	<b>-1,0</b>	<b>18,5</b>	<b>20</b>

Анализ параметров корневой системы показал, что независимо от глубины отбора почвы отмечается некоторое снижение длины корешка: в слое 0-20 см на 3,7 % (-0,2 см), а в слое 20-40 см на 18,5 % (-1,0 см).

Почва участка № 4 в слое 0-20 см оценивается как нетоксичная – 12 %, с увеличением глубины отбора образца до 20-40 см токсичность увеличивается до 28 % или в 2,3 раза и оценивается как слабая.

Длина корешка и проростка увеличивается относительно контроля. Существенные увеличения длины проростка – на 60,3 % (+7,9 см) и корешка – на 57,4 % (+5,1 см) отмечены в слое 20-40 см, в слое 0-20 см выявлена тенденция к увеличению проростка и уменьшению корешка – 20,3 % (+2,7 см) и 11,1 % (-0,6) соответственно.

Сравнивая данные по токсичности в слое почвы 0-40 см вариантов № 3 и № 4 следует отметить незначительную разницу по технологиям обработки почвы. При традиционной обработке степень токсичности составила 20 %, что выше, чем при технологии No-till на участке № 3 на 8 %. В целом почва оценивается как нетоксичная. Следует отметить, что при традиционной обработке наблюдается существенное увеличение длины проростка – на 41,2 % или на 5,4 см, в то время как при технологии No-till его длина в 2 раза ниже – 21,4 % (2,8 см). Длина корешка при No-till снижается 11,1 % (-0,6 см), при традиционной обработке увеличивается на 24,1 % (+1,3 см). При No-till (участок № 3) длина проростка и корешка соответственно в 1,2 и 1,4 раза ниже, по сравнению с традиционной обработкой.

Токсичность почвы реперного участка № 5 в слое 0-20 см составила 28 %, в слое 20-40 см в 7 раз ниже – 4 %. Тенденция к увеличению длины проростка отмечена в слое почвы 0-20 см – 2,2 % (+0,3 см), длины корешка – в слое 20-40 см – 3,7 % (0,2 см). Длина проростка в слое почвы 20-40 см увеличивается на 20,6 % (+2,7 см), а в слое почвы 0-20 см длина корешка снижается на 14,8 % (-0,8 см). Анализ токсичности почвы рядом расположенного участка № 6 показал, что токсичность почвы увеличивается до 44 % в слое почвы 0-20 см (почва токсична) и до 32 % в слое почвы 20-40 см.

Длина проростка и корешка в слое почвы 0-20 см увеличивалась на 24,4 % (+3,2 см) и 11,1 % (+0,6 см) соответственно. В слое почвы 20-40 см наблюдалось снижение длины проростка и корешка на 16 % (2,1 см) и 22,2 % (1,2 см).

Сравнивая данные по токсичности в слое почвы 0-40 см вариантов № 5 и № 6, можно отметить тенденцию увеличения данного показателя при традиционной обработке – 36 % (почва токсична). При технологии No-till на участке № 5 значение было в 2 раза ниже (16 %) – почва нетоксичная. Различий по длине проростка и корешка практически не наблюдалось как при технологии No-till, так и при традиционной обработке, длина проростка незначительно увеличивалась – на 4,2 % или 0,6 см при традиционной обработке и при No-till – на 11,5 % или на 1,5 см. Длина корешка и при No-till и при традиционной обработке снижалась на 5,6 % или на 0,3 см.

Анализ токсичности почвы участка № 7 показал, что наблюдается резкая дифференциация по слоям. В слое 0-20 см токсический эффект отсутствовал при токсичности 0 %, а в слое 20-40 см токсичность возростала до 48 % и оценивается как средняя.

Длина проростка в слое 0-20 см незначительно увеличивалась – на 3,8 % или на 0,5 см, а в слое 20-40 см незначительно (0,8 % или на 0,1 см) снижалась. По длине корешка интенсивность снижения в слое 0-20 см составила 29,6 % или на 1,6 см, в слое 20-40 см отмечался рост корешка на 11,1 % или на 0,6 см.

Анализируя токсичность почвы рядом расположенного участка № 8, видим, что и в слое 0-20 см, и 20-40 см почва токсична – 36 %.

Длина проростка в слое 0-20 см увеличивается, а в слое 20-40 снижается на одинаковые значения – 45 % (5,9 см). Длина корешка в указанных слоях снижается на 27,8 % (1,5 см) и на 20,4 % (1,1 см) соответственно.

Сравнивая данные по токсичности в слое почвы 0-40 см участков № 7 и № 8, можно отметить тенденцию усиления токсичности при традиционной обработке, где токсичность оценивается как слабая при величине 36 %, в то время как при технологии No-till, на участке № 7 данное значение в 1,5 раза ниже и составляет 24 % – почва нетоксичная. Различий по длине проростка практически не наблюдалось. При No-till длина проростка увеличивалась всего на 1,5 % или на 0,2 см, а при традиционной обработке не изменялась – 0 %. Длина корешка при традиционной обработке уменьшалась на 24,1 % или на 1,3 см, а при технологии No-till интенсивность снижения была в 2,5 раза ниже и составила 9,3 % или 0,5 см.

На реперном участке № 9 наблюдалась резкая дифференциация токсичности по слоям. В слое 0-20 см токсичность не проявилась – 0 %, а в слое 20-40 см возростала до 20 %, однако почва оценивается как нетоксичная.

Длина проростка существенно увеличивается и в слое 0-20 см, и в слое почвы 20-40 см. Увеличение длины составило 51,1 % или 6,7 см. Длина корешка в слое 0-20 см увеличивается, а в слое почвы 20-40 см снижается на одинаковые значения – 7,4 % (0,4 см).

Токсичность почвы на участке № 10 в слое почвы 0-20 см составила 0 %, в слое почвы 20-40 см незначительно возросла и составила 4 %. Длина проростка в слое почвы 0-20 см относительно контроля существенно увеличивается – 47,3 % (+6,2 см), в слое почвы 20-40 см – 28,2 % (+3,7 см). Длина корешка в слое почвы 0-20 см увеличивается на 20,4 % (+1,1 см), а в слое 20-40 см незначительно (на 1,9 % или на 0,1 см) снижается.

Результаты изучения проявления токсичности почвы участков № 9 и № 10 показали, что в среднем в слое 0-40 см почва нетоксична: при No-till (8 %), а при традиционной обработке в 2 раза ниже – 4 %. Интенсивность роста проростка больше при No-till – 51,1 % (+6,7 см), а при традиционной обработке она была в 1,4 раза ниже и составляла 37,8 % (+4,9 см). Длина корешка при No-till не изменяется, при традиционной обработке отмечены незначительные увеличения – 9,3 % (+0,5 см).

По приемам обработки почвы токсичность на участках № 9 и № 10 изменялась и составила в слое почвы 0-20 см 17 и 21 %, а в слое 20-40 см – 19 и 27 % соответственно. Почва изученных вариантов оценивалась как нетоксичная. В слое почвы 0-40 см токсичность составила 18 % при технологии No-till, что выше, чем при традиционной обработке на 9 %.

При технологии No-till и традиционной обработке в слое почвы 0-20 см длина проростка увеличивалась на 10,7 % и 19,8 % соответственно, в слое почвы 20-40 см токсичность проявлялась интенсивнее – на 16,8 % и 24,4 % соответственно. В среднем в слое почвы 0-40 см длина проростка при No-till увеличивается на 13,7 %, а при традиционной обработке была на 8,4 % больше и составила 22,1 %. Длина корешка в слое почвы 0-20 см при No-till снижалась на 20,4 %, а при традиционной обработке увеличивалась на 9,2 %. В слое почвы 20-40 см корешки росли активнее и длина увеличивалась на 3,7 % при No-till и на 29,7 % при традиционной обработке.

В слое почвы 0-40 см при No-till отмечалось незначительное снижение на 7,4 %, а при традиционной обработке увеличение длины корешка на 20,4 %.

Анализируя токсичность почвы участков № 11, 12, 13 (Красногвардейский район, технология No-till), видим, что в слое 0-20 см на участках № 11 и № 12 почва нетоксична при величине токсичности 0 % и 16 % соответственно, на участке № 13 токсичность составила 44 % – средняя фитотоксичность. В слое 20-40 см почвы токсичность составила 16 % на участке № 11 и № 12 и 4 % на участке № 13, следовательно почва нетоксичная. На всех участках отмечено увеличение длины проростка. В слое почвы 0-20 см 25,2 % (+3,3 см), 31,3 (+4,1 см) и 39,7 (+5,2 см) на участках № 11, № 12, № 13 соответственно. В слое почвы 20-40 см 34,4 % (+4,5 см), 51,1 (+6,7 см) и 54,2 (+7,1 см) на участках № 11, № 12, № 13 соответственно.

В слое почвы 0-20 см на участках № 11 и № 12 наблюдается снижение длины корешка на 29,1 % (-1,6 см), а на участке № 13 на 31,5 % (-1,7 см). В слое почвы 20-40 см также отмечено незначительное увеличение длины корешка на 9,3 % (+0,5 см) и на 13,0 % (+0,7 см) на участках № 11 и № 12, а на участке № 13 интенсивность снижения роста корешка меньше и снижение длины корешка составило 5,6 % (-0,3 см).

Анализируя токсичность почвы участков № 14 и № 15 (Красногвардейский район, традиционная обработка почвы), видим, что почва слоя 0-20 см нетоксичная и величина токсичности составила 28 % на участке № 14 и 0 % на участке № 15. В слое почвы 20-40 см почва токсичная – 36 % на обоих участках. В слое почвы 0-20 см отмечено увеличение длины проростка на 19,9 % (+2,6 см) и 42,7 (+5,6 см) на участках № 14 и № 15 соответственно. В слое почвы 20-40 см наблюдается снижение длины проростка на 37,4 % (4,9 см) на обоих участках.

Длина корешка в слое почвы 0-20 см на участке № 14 снижается на 25,9 % (-1,4 см), а на участке № 15 увеличивается на 24,1 % (+1,3 см). В слое почвы 20-40 см на обоих участках отмечено снижение длины корешка на 38,9 % (-2,1 см).

В среднем в слое почвы 0-40 см при No-till (участки № 11, 12 и 13) почва нетоксичная и токсичность изменяется от 8 до 24 %. При традиционной обработке (участки № 14 и 15) значения выше – от 16 % до 32 % (почва слаботоксичная). Длина проростка при No-till увеличивается от 29,8 % до 47 %. При традиционной обработке на одном участке длина снижается на 28,7 %, на другом на 40,1 % увеличивается. По длине корешка при No-till интенсивность снижения варьирует от 18,6 % до 21,3 %, а при традиционной обработке от 31,5 до 32,4 %.

Таким образом, в условиях Красногвардейского района в среднем и по No-till, и по традиционной обработке в слое 0-20 см почва нетоксичная. Токсичность почвы составила 20 и 14 % соответственно, а в слое почвы 20-40 см – 12 % при No-till (почва не токсичная) и 36 % (слабая токсичность почвы) при традиционной обработке. В слое почвы 0-40 см почва нетоксичная и по технологиям обработки изменяется от 16 % при технологии No-till до 20 % при традиционной обработке.

В почве слоя 0-20 см длина проростка увеличивалась на 32,1 % и 31,3 % при No-till и традиционной обработке соответственно, а в слое почвы 20-40 см при No-till увеличивалась на 46,9 %, при традиционной обработке снижалась на 37,4 %. В среднем в слое почвы 0-40 см длина проростка при No-till увеличивалась на 39,7 %, а при традиционной обработке на 2,9 % снижалась.

Длина корешка в слое почвы 0-20 см при No-till снижается на 29,5 %, при традиционной обработке не изменяется – 0 %. В слое почвы 20-40 см данный показатель увеличивается на 5,5 % при No-till, а при традиционной обработке на 38,9 % снижается. В слое почвы 0-40 см и при No-till и при традиционной обработке отмечено незначительное снижение – 11,1 % и -18,5% соответственно.

Для характеристики плодородия почвы рекомендуются следующие показатели биологической активности: количество, состав и биомасса микроорганизмов.

Микробиологическая активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в опыте оценивалась по степени разложения бумажных фильтров в термостате. Время экспозиции – 30 суток.

Анализ целлюлозоразрушающей способности микрофлоры необрабатываемой почвы (участок №1) и рядом расположенной обрабатываемой почвы (участок № 2) показал, что наиболее высокие показатели отмечены в верхнем слое почвы (0-20 см) – 80 % и 88 % соответственно, что оценивается как очень сильная активность микрофлоры. С глубиной (20-40 см) активность микроорганизмов снижается в 2 раза – до 44 % и 48 % соответственно (оценивается как средняя микробиологическая активность). В среднем по слою 0-40 см при No-till микробиологическая активность была сильная – 51 %, а при традиционной обработке оказалась еще на 17 % выше и составила 68 % (таблица 2).

В верхнем горизонте необрабатываемой почвы (участок № 3) и реперного участка № 4 биологическая активность почвы оценивалась как сильная и составляла 52 % и 72 % соответственно. С глубиной при No-till микробиологическая активность снижалась до средней – 44 %, а при традиционной обработке практически не изменялась – 76 %. В среднем в слое почвы 0-40 см при No-till средняя микробиологическая активность составила 48 %, а при традиционной обработке была в 1,5 раз выше – 74 %, что оценивается как сильная.

Целлюлозоразрушающая способность необработанной почвы (участок № 5) в слое 0-20 см составляла 52 % (сильная микробиологическая активность), а на участке № 6 была в 1,5 раза выше – 84 % и оценивалась как очень сильная. В слое 20-40 см активность снижалась в 1,5-2 раза и оценивалась как средняя – 32 % и 36 % при No-till и традиционной обработке соответственно. В среднем в слое почвы 0-40 см целлюлозоразрушающая способность при No-till была средняя – 42 %, тогда как при традиционной обработке – сильная – 60 %.

Верхние горизонты необрабатываемой почвы участка № 7 и обрабатываемой № 8 имели сильную целлюлозоразрушающую активность почвенной микрофлоры – 52 % и 60 % соответственно. В нижнем слое наблюдалось снижение микробиологической активности в 2 раза при No-till – 24 % (слабая микробиологическая активность) и в 1,4 раза при традиционной обработке – 44 % (средняя микробиологическая активность). В среднем по слою 0-40 см микробиологическая активность почвы составила 38 % на необрабатываемой почве и 44 % на обрабатываемой.

**Таблица 2 – Результаты оценки биологической активности почвы по интенсивности разложения целлюлозы (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Район	№ реперного участка	Слой почвы, см	Масса фильтра до закладки, г	Масса фильтра после закладки, г	Микробиологическая активность, %
1	2	3	4	5	6
Корочанский	1 (No-till)	0-20	0,25	0,05	80
		20-40		0,14	44
		<b>0-40</b>			<b>51</b>
	2 (традиционная обработка)	0-20		0,03	88
		20-40		0,13	48
		<b>0-40</b>			<b>68</b>
	3 (No-till)	0-20		0,12	52
		20-40		0,14	44
		<b>0-40</b>			<b>48</b>
	4 (традиционная обработка)	0-20		0,07	72
		20-40		0,06	76
		<b>0-40</b>			<b>74</b>
	5 (No-till)	0-20		0,12	52
		20-40		0,18	32
		<b>0-40</b>			<b>42</b>
	6 (традиционная обработка)	0-20		0,04	84
		20-40		0,16	36
		<b>0-40</b>			<b>60</b>
	7 (No-till)	0-20		0,12	52
		20-40		0,19	24
		<b>0-40</b>			<b>38</b>
	8 (традиционная обработка)	0-20		0,10	60
		20-40		0,14	44
		<b>0-40</b>			<b>52</b>
	9 (No-till)	0-20		0,07	72
		20-40		0,08	68
		<b>0-40</b>			<b>70</b>
	10 (традиционная обработка)	0-20		0,03	88
		20-40		0,23	8
		<b>0-40</b>			<b>48</b>
Красногвардейский	11 (No-till)	0-20	0,25	0,11	56
		20-40		0,05	80
		<b>0-40</b>			<b>68</b>
	12 (No-till)	0-20		0,09	64
		20-40		0,17	32
		<b>0-40</b>			<b>48</b>
	13 (No-till)	0-20		0,03	88
		20-40		0,13	48
		<b>0-40</b>			<b>68</b>
	14 (традиционная обработка)	0-20		0,03	88
		20-40		0,11	56
		<b>0-40</b>			<b>72</b>
	15 (традиционная обработка)	0-20		0,04	84
		20-40		0,09	64
		<b>0-40</b>			<b>74</b>

Сильная целлюлозолитическая активность отмечена на участке № 9: в слое 0-20 см – 72 %, в слое 20-40 см – 68 %.

На участке № 10 отмечена резкая дифференциация по слоям: очень сильная активность микрофлоры в слое почвы 0-20 см – 88 % и очень слабая (8 %) в слое 20-40 см.

В среднем в слое почвы 0-40 см участка № 9 (No-till) микробиологическая активность почвы была сильная – 70 %, при традиционной обработке почвы (участок № 10) – средняя (48 %), что в 1,5 раза ниже, чем на соседнем участке при No-till.



Проанализировав данные участков по биологической активности, можно сделать вывод, что и при применении технологии No-till, и при традиционной обработке почвы наблюдается дифференциация по слоям. В верхнем слое почвы микробиологическая активность составила 62 % при No-till и 78 % при традиционной обработке, что оценивается как сильная. В слое почвы 20-40 см целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов снижается в 1,5 и 1,9 раза соответственно и составляет 44 % (средняя микробиологическая активность), независимо от системы обработки. В среднем в слое почвы 0-40 см отмечена сильная микробиологическая активность с несколько большими значениями при традиционной обработке – 60 %, а при No-till – 52 %.

Что касается реперных участков, закрепленных на территории Красногвардейского района, то микробиологическая активность почвы при технологии No-till в слое почвы 0-20 см на участках № 11 и № 12 сильная – 56 % и 64 % соответственно, а на участке № 13 – очень сильная – 88 %. В слое почвы 20-40 см на участке № 11 сильная – 80 %, на участках № 12 и № 13 – средняя – 32 % и 48 % соответственно. В слое почвы 0-40 см на участках № 11 и № 13 отмечена сильная микробиологическая активность – 68 %, а на участке № 12 средняя – 48 %.

Микробиологическая активность почвы реперных участков № 14 и № 15 с традиционной обработкой, заложенных в Красногвардейском районе, в слое почвы 0-20 см оценивается как очень высокая – 88 % и 84 % соответственно. С глубиной она снижается и оценивается как сильная – 56 % на участке № 14 и 64 % на участке № 15. В среднем в слое почвы 0-40 см отмечена сильная микробиологическая активность почвы – 72 % и 74 % на участках № 14 и № 15 соответственно.

Проанализировав данные по биологической активности, полученные по реперным участкам, заложенным на территории Красногвардейского района, можно сделать вывод, что и при применении технологии No-till и при традиционной обработке почвы прослеживается четкая дифференциация по слоям. При No-till и в верхнем слое почвы, и в слое почвы 20-40 см активность микрофлоры сильная – 69 % и 53 % соответственно. При традиционной обработке в слое 0-20 см микробиологическая активность очень сильная – 83 %, а в слое почвы 20-40 см на 23 % ниже – 60 %, что оценивается как сильная.

В среднем в слое почвы 0-40 см отмечена сильная микробиологическая активность с несколько большими значениями при традиционной обработке – 70 %, тогда как при No-till – 61 %.

Изменения в интенсивности выделения CO<sub>2</sub> из почвы или в содержании CO<sub>2</sub> в почвенном воздухе дают представления о масштабе деятельности почвенных микроорганизмов, характеризуют биологические процессы в почве. Вследствие этого дыхание – один из показателей биологической активности почвы. В большинстве случаев, чем выше выделение углекислого газа, тем выше активность почвенной микрофлоры.

Дыхание почвы в опыте определяли методом Л.О. Карпачевского – модифицированным методом Штатнова.

Анализ эмиссии почвой CO<sub>2</sub> на участке № 1 и рядом расположенном обрабатываемом участке № 2 показал, что «дыхание» почвы имело одинаковые значения – 12 кг/га в сутки (табл. 3).

На необработываемой почве участка № 3 «дыхание» почвы составило 5,3 кг/га в сутки, а на реперном участке № 4 с традиционной обработкой – на 3,6 кг/га выше и составило 8,9 кг/га в сутки.

Эмиссия CO<sub>2</sub> необработанной почвой участка № 5 составила 12 кг/га в сутки, а на обрабатываемом участке № 6 на 3,4 кг/га больше и составила 15,4 кг/га в сутки.

**Таблица 3 – Интенсивность дыхания почвы (в среднем за 2021-2022 гг.)**

№ реперного участка, агрофон	Дыхание почвы, кг/га в сутки
<b>Корочанский район</b>	
1 (No-Till)	12,0
2 (традиционная обработка)	12,0
3 (No-Till)	5,3
4 (традиционная обработка)	8,9
5 (No-Till)	12,0
6 (традиционная обработка)	15,4
7 (No-Till)	15,4
8 (традиционная обработка)	15,4
9 (No-Till)	16,3
10 (традиционная обработка)	20,9
<b>В среднем по участкам Корочанского района:</b>	
No-till	12,2
традиционная обработка	14,5
<b>Красногвардейский район</b>	
11 (No-Till)	23,0
12 (No-Till)	17,5
13 (No-Till)	13,2
14 (традиционная обработка)	20,9
15 (традиционная обработка)	23,0
<b>В среднем по участкам Красногвардейского района:</b>	
No-till	17,9
традиционная обработка	21,9
<b>В среднем по опыту:</b>	
No-till	15,1
традиционная обработка	18,2

Дыхание необрабатываемой почвы участка № 7 и обрабатываемой участка № 8 составило 15,4 кг/га в сутки.

Эмиссия почвой CO<sub>2</sub> на участке № 9 16,3 кг/га в сутки, № 10 – на 4,6 кг/га больше – 20,9 кг/га в сутки.

Проанализировав данные десяти реперных участков Корочанского района по «дыханию» почвы, можно сделать вывод, что при применении технологии No-till эмиссия почвой CO<sub>2</sub> была ниже, чем при традиционной обработке на 2,3 кг/га в сутки и составила 12,2 кг/га в сутки.

Эмиссия почвой CO<sub>2</sub> на необрабатываемых реперных участках № 11, 12 и 13, заложенных на территории Красногвардейского района, составила 23, 17,5 и 13,2 кг/га в сутки соответственно.

Дыхание почвы реперных участков № 14 и № 15, расположенных в Красногвардейском районе и обрабатываемых по традиционной технологии, составило соответственно 20,9 и 23 кг/га в сутки.

Эмиссия почвой CO<sub>2</sub> на участках Красногвардейского района и по No-till, и по традиционной обработке, была примерно в 1,5 раза выше, по сравнению с участками, заложенными на территории Корочанского района.

Анализ микробиологического состава почвенной микрофлоры почв при различных способах обработки почвы показал, что общее количество бактерий в среднем в слое 0-20 см по системе No-Till составило  $3,8 \times 10^7$  КОЕ/г, по традиционной обработке в этом же слое данный показатель был ниже на  $1 \times 10^7$  КОЕ/г. В слое 20-40 см общее количество бактерий было меньше, чем в слое 0-20 см по всем изучаемым способам обработки (табл. 4).

**Таблица 4 – Групповой состав почвенной микрофлоры при различных способах обработки почвы (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Реперный участок	Слой почвы, см	ОМЧ (общее количество бактерий), КОЕ/г	Микроорганизмы, участвующие в минерализации гумусовых веществ, КОЕ/г	Азотфиксирующие микроорганизмы, %	Патогенные бактерии, клеток/г
1	2	4	5	6	7
1 (No-till)	0-20	$1,2 \times 10^7$	$2,2 \times 10^5$	5	не обнаружены
	20-40	$3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	15	не обнаружены
	0-40	$2,1 \times 10^7$	$1,9 \times 10^5$	10	не обнаружены
2 (традиционная обработка)	0-20	$1,5 \times 10^7$	$5 \times 10^4$	5	не обнаружены
	20-40	$7 \times 10^6$	$7 \times 10^4$	30	не обнаружены
	0-40	$4,3 \times 10^7$	$6 \times 10^4$	18	не обнаружены
3 (No-till)	0-20	$6,7 \times 10^6$	$5 \times 10^4$	30	не обнаружены
	20-40	$3 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
	0-40	$4,9 \times 10^6$	$3 \times 10^5$	15	не обнаружены
4 (традиционная обработка)	0-20	$8,5 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	5	не обнаружены
	20-40	$5 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	10	не обнаружены
	0-40	$6,8 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	8	не обнаружены
5 (No-till)	0-20	$1,4 \times 10^7$	$5 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
	20-40	$7,5 \times 10^6$	$5 \times 10^4$	не обнаружены	не обнаружены
	0-40	$4,5 \times 10^7$	$5 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
6 (традиционная обработка)	0-20	$1,2 \times 10^7$	$4 \times 10^4$	не обнаружены	не обнаружены
	20-40	$1,4 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
	0-40	$1,3 \times 10^7$	$2,1 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
7 (No-till)	0-20	$1,6 \times 10^7$	$1,2 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
	20-40	$6 \times 10^6$	$4 \times 10^4$	не обнаружены	не обнаружены
	0-40	$3,8 \times 10^7$	$2,6 \times 10^5$	не обнаружены	не обнаружены
8 (традиционная обработка)	0-20	$1,4 \times 10^7$	$3 \times 10^4$	90	не обнаружены
	20-40	$5 \times 10^6$	$4 \times 10^4$	30	не обнаружены
	0-40	$3,2 \times 10^7$	$3,5 \times 10^4$	60	не обнаружены
9 (No-till)	0-20	$8 \times 10^6$	$2 \times 10^4$	40	не обнаружены
	20-40	$6 \times 10^6$	$4 \times 10^4$	70	не обнаружены
	0-40	$7 \times 10^6$	$3 \times 10^4$	55	не обнаружены
10 (традиционная обработка)	0-20	$1,6 \times 10^7$	$1 \times 10^4$	не обнаружены	не обнаружены
	20-40	$1,4 \times 10^7$	$1 \times 10^4$	10	не обнаружены
	0-40	$1,5 \times 10^7$	$1 \times 10^4$	5	не обнаружены
No-till	0-20	$3,8 \times 10^7$	$3,1 \times 10^5$	15	не обнаружены
	20-40	$5,1 \times 10^6$	$3,1 \times 10^4$	17	не обнаружены
	0-40	$4,5 \times 10^7$	$3,1 \times 10^5$	16	не обнаружены
Традиционная обработка	0-20	$2,8 \times 10^7$	$2,8 \times 10^4$	20	не обнаружены
	20-40	$4 \times 10^6$	$2,8 \times 10^4$	16	не обнаружены
	0-40	$3,4 \times 10^7$	$2,8 \times 10^4$	18	не обнаружены

Количество микроорганизмов, участвующих в минерализации гумуса, в слое 0-20 см было значительно выше при системе No-till –  $3,1 \times 10^5$  КОЕ/г против  $2,8 \times 10^4$  КОЕ/г при традиционной обработке. Данная закономерность характерна и в целом для слоя 0-40 см.

Важную роль в закреплении азота атмосферного воздуха играет наличие в почве азотфиксирующих бактерий. Данный показатель, как по отдельным горизонтам, так и в целом в слое 0-40 см был выше при традиционной обработке. Так, в

слое 0-20 см по системе No-till содержалось 15 % бактерий, а при традиционной обработке – 20 %. В слое 0-40 см соответственно 16 и 18 %.

**Заключение.** Изучаемые элементы технологии выращивания сельскохозяйственных культур не оказали существенного влияния на токсичность почв. В целом почвы были нетоксичны и снижение длины проростка и корешков не превышало 30 %.

Применение технологии No-till на чернозёмных почвах не приводило к снижению микробиологической активности микроорганизмов, разрушающих целлюлозу. И при No-till, и при традиционной обработке в среднем по опыту отмечена сильная микробиологическая активность. Агроклиматические особенности территории также не оказали заметного влияния на целлюлозолитическую активность микроорганизмов.

В целом по опыту при применении технологии No-till эмиссия почвой CO<sub>2</sub> была ниже, чем при традиционной обработке на 4 кг/га в сутки и составила 12,2 кг/га в сутки.

Как показали результаты лабораторных исследований, на всех вариантах опыта патогенных бактерий обнаружено не было.

#### Библиография

1. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
2. Кузнецова Л.Н. Целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов при «нулевой» технологии / Л. Н. Кузнецова // Вестник Курской государственной с.-х. академии. – Курск, 2014. – № 7. – С. 49–51.
3. Кузнецова Л.Н. Комплекс агроприемов как фактор почвенного плодородия. Монография / Л. Н. Кузнецова, А. В. Акинчин. – Белгород, 2014. – 136 с.
4. Кузнецова Л.Н. Биологическая активность чернозема типичного в зависимости от способа обработки / Л. Н. Кузнецова, А. В. Ширяев, А. Г. Ступаков // Сахарная свекла. – 2016. – № 1. – С. 36–41.
5. Кузнецова Л.Н. Микробиологические и агрофизические показатели плодородия почвы в посевах белладонны / Л. Н. Кузнецова, С. А. Линков, И. В. Кулишова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4 (24). – С. 202–211.
6. 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.
7. Линков С.А. Влияние сидеральных культур и способов их заделки на микробиологическую активность почвы и урожайность подсолнечника и кукурузы на зерно / С. А. Линков, А. В. Акинчин, А. С. Закараев, А. С. Федоров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 9. – С. 36–38.
8. Лицуков С.Д. Изменение показателей плодородия чернозема типичного и урожайности подсолнечника в зависимости от способа заделки сидератов / С. Д. Лицуков, А. И. Титовская, Л. Н. Кузнецова, А. В. Ширяев // В книге: Опыт освоения ландшафтных систем земледелия. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2014. С. 52–55.
9. Морозова Т.С. Агроэкологическая оценка фитотоксичности почв естественных ценозов и агроценоза / Т. С. Морозова, А. В. Ширяев, Т. А. Тимофеев // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. – 2020. – № 2 (26). – С. 185–189.
10. Морозова Т.С. Влияние различных агротехнологий на нитрификационную способность почвы / Т. С. Морозова, А. В. Ширяев, Е. Ю. Колесниченко // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК. Сборник докладов национальной конференции. Белгород, 30 ноября 2020 г. / ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. – Белгород : Типография Белгородского ГАУ, 2020. – С. 47–48.
11. Ширяев А.В. Биологические показатели плодородия почвы в посевах эхинацеи пурпурной / А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК. Сб. докладов национальной конференции. Белгород 30 ноября 2020 г. ФГБОУ ВО БелГАУ имени В. Я. Горина. – Белгород : типография Белгородского ГАУ, 2020. – С. 13–15.

#### References

1. Kazeev K.Sh. Biological diagnostics and indication of soils: methodology and research methods / K. Sh. Kazeev, S. I. Kolesnikov, V. F. Valkov. – Rostov n/d: RSU Publishing House, 2003. – 216 p.
2. Kuznetsova L.N. Cellulose-destructive ability of microorganisms with «zero» technology / L. N. Kuznetsova // Bulletin of the Kursk State Agricultural Sciences. academy. – Kursk, 2014. – № 7. – P. 49–51.
3. Kuznetsova L.N. A set of agricultural practices as a factor of soil fertility. Monograph / L. N. Kuznetsova, A. V. Akinchin. – Belgorod, 2014. – 136 p.
4. Kuznetsova L.N. Biological activity of typical chernozem depending on the method of processing / L. N. Kuznetsova, A. V. Shiryayev, A. G. Stupakov // Sugar beet. – 2016. – № 1. – P. 36–41.
5. Kuznetsova L.N. Microbiological and agrophysical indicators of soil fertility in belladonna crops / L. N. Kuznetsova, S. A. Linkov, I. V. Kulishova // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2019. – № 4 (24). – Pp. 202–211.
6. Linkov S.A. Changes in soil fertility depending on factors of agricultural intensification: monograph / S. A. Linkov, L. N. Kuznetsova, A. V. Akinchin, A. V. Shiryayev. – Belgorod : Publishing house of Belgorod State Agrarian University, 2016. – 197 p.
7. Linkov S.A. The influence of green manure crops and methods of their incorporation on the microbiological activity of the soil and the yield of sunflower and corn for grain / S. A. Linkov, A. V. Akinchin, A. S. Zakaraev, A. S. Fedorov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2014. – № 9. – P. 36–38.
8. Litsukov S.D. Changes in fertility indicators of typical chernozem and sunflower yield depending on the method of planting green manure / S. D. Litsukov, A. I. Titovskaya, L. N. Kuznetsova, A. V. Shiryayev // In the book: Experience in the development of landscape farming systems. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. 2014. Pp. 52–55.
9. Morozova T.S. Agroecological assessment of phytotoxicity of soils of natural cenoses and agroecocenos / T. S. Morozova, A. V. Shiryayev, T. A. Timofeev // Innovations in the agro-industrial complex: Problems and prospects. – 2020. – № 2 (26). – Pp. 185–189.
10. Morozova T.S. The influence of various agricultural technologies on the nitrification capacity of soil / T. S. Morozova, A. V. Shiryayev, E. Yu. Kolesnichenko // Agrarian science in the conditions of innovative development of the agro-industrial complex. Collection of reports of the national conference. Belgorod, November 30, 2020 / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina. – Belgorod : Printing house of Belgorod State Agrarian University, 2020. – P. 47–48.

11. Shiryaev A.V. Biological indicators of soil fertility in Echinacea purpurea crops / A. V. Shiryaev, L. N. Kuznetsova // Agrarian science in the conditions of innovative development of the agro-industrial complex. Sat. reports of the national conference. Belgorod November 30, 2020 FSBEI HE BelSAU named after V. Ya. Gorin. – Belgorod : printing house of Belgorod State Agrarian University, 2020. – Pp. 13–15.

#### Сведения об авторах

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +79056727064.

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: linkovserg@yandex.ru, тел. 8(4722) 39-26-68.

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8(4722) 39-26-68.

Морозова Тамара Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: Morozova\_TS@bsaa.edu.ru, тел. 8(4722) 39-26-68.

Акинчин Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8(4722) 39-26-68.

#### Information about authors

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +79056727064.

Linkov Sergey Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: linkovserg@yandex.ru, tel. 8(4722) 39-26-68.

Shiryaev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8(4722) 39-26-68.

Morozova Tamara Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: Morozova\_TS@bsaa.edu.ru, tel. 8(4722) 39-26-68.

Akinchin Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8(4722) 39-26-68.

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ В СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ В ЦЧР

**Аннотация.** В полевом опыте на базе лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ изучали влияние вида удобрений и обработку посевов сои молибденом на продукционный процесс растений, симбиотическую активность и развитие сорной растительности. Исследованиями установлено, что применение минеральных удобрений и протравливание семян смесью препарата и молибдата аммония снижает всхожесть семян, фиксируемую в фазу примордиальных листьев. Количество сорняков было выше на вариантах, где применялись минеральные удобрения. В первый учёт сорняков разница по вариантам опыта с разными удобрениями составляла около 10-12 % от их численности, то в следующий она стала больше. В этом случае численность сорняков была больше на 33 % по минеральному удобрению, чем по контролю, и на 66 % больше по минерально-сидеральному удобрению, чем по сидеральному. Общий вес сорняков по варианту без удобрений составлял 889 г/м<sup>2</sup>, из которого больше половины приходилось на злаковые сорняки. Количественно-весовые учёты развитости корневых симбиотических клубеньков сои выполнялись в фазу цветения культуры. Число клубеньков, насчитываемое с 10 растений, варьировало по вариантам опыта от минимум 159 до максимум 299 шт., а их общий вес был в пределах от 3,00 г до 8,08 г. Обработка семян сои молибдатом аммония в смеси с протравителем при возделывании культуры по варианту без удобрений приводила к ярко выраженному росту численности клубеньков, а также к небольшому приросту их общей массы. Там, где посеы удобрялись минеральными удобрениями при обработке семян молибдатом аммония наблюдался прирост и числа, и веса клубеньков. При дозе 200 г/га д.в. листовой подкормки молибденом при совмещении её с обработкой семян им же число клубеньков оставалось почти таким же, а вес резко снижался. По вариантам с сидеральным удобрением или его сочетанием с минеральными удобрениями данные учёта демонстрируют сильное и бессистемное варьирование, что, вероятно, объясняется значительными различиями в условиях жизни растений сои по этим вариантам, вызванным засорением многолетними сорняками.

**Ключевые слова:** влажность, засорённость, симбиотическая активность, соя, удобрения.

## FORMATION OF SOYBEAN PRODUCTIVITY IN MODERN AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

**Abstract.** In a field experiment based on the laboratory for the study of agricultural systems of the Belgorod State Agrarian University, the influence of the type of fertilizers and the treatment of soybean crops with molybdenum on the plant production process, symbiotic activity and the development of weeds was studied. Studies have found that the use of mineral fertilizers and seed treatment with a mixture of the drug and ammonium molybdate reduces the germination of seeds fixed in the phase of primordial leaves. The number of weeds was higher in the variants where mineral fertilizers were used. In the first accounting of weeds, the difference in the variants of the experiment with different fertilizers was about 10-12 % of their number, then the next it became larger. In this case, the number of weeds was 33 % higher for mineral fertilizer than for control, and 66 % more for mineral-sideral fertilizer than for sideral. The total weight of weeds in the non-fertilized variant was 889 g/m<sup>2</sup>, of which more than half were cereal weeds. Quantitative and weight calculations of the development of root symbiotic nodules of soybeans were performed during the flowering phase of the crop. The number of nodules from 10 plants varied according to the experimental variants from a minimum of 159 to a maximum of 299 pcs., and their total weight ranged from 3.00 g to 8.08 g. Treatment of soybean seeds with ammonium molybdate mixed with a mordant when cultivating crops according to the variant without fertilizers led to a pronounced increase in the number of nodules, as well as to a small increase in their total weight. Where crops were fertilized with mineral fertilizers, an increase in both the number and weight of nodules was observed during seed treatment with ammonium molybdate. At a dose of 200 g/ha, D.V. When combined with the treatment of seeds with molybdenum, the number of nodules remained almost the same, and the weight decreased sharply. For options with a sideral fertilizer or its combination with mineral fertilizers, the accounting data show a strong and haphazard variation, which is probably explained by significant differences in the living conditions of soybean plants for these options caused by clogging with perennial weeds.

**Keywords:** humidity, clogging, symbiotic activity, soybeans, fertilizers.

**Введение.** В связи с активным развитием отрасли животноводства в Белгородской области остро встаёт вопрос создания стабильной кормовой базы, основой которой являются концентрированные комбикорма [1, 2]. С этой целью в регионе основные посевные площади выделяются под зерновые культуры, используемые при составлении кормовых смесей, среди которых ведущее место занимает соя [3, 4]. Ввиду ограниченности территории принят курс на интенсификацию сельскохозяйственного производства, внедрение высокоэффективных агротехнологий, их экологизацию при воспроизводстве плодородия пахотных земель [5]. Вместе с тем, применяемые технологии должны быть экономически эффективными, рентабельными и выгодными [6]. Мы на основе данных стационарного полевого опыта выявили зависимость этапов и интенсивности прохождения фаз развития, формирования продуктивности сои от вида удобрения, обработки микроэлементами семенного материала и посевов в процессе вегетации.

**Цели и задачи.** Целью наших исследований являлось определение полевой всхожести, уровня засорённости и симбиотической активности сои в зависимости от использования минеральных, органических удобрений и их сочетаний, а также применения молибдосодержащих препаратов. Для достижения поставленной цели мы определили полевую всхожесть сои после фазы примордиальных листьев, интенсивность развития сорной растительности и её видовой состава, показатели симбиотической активности растений сои на всех вариантах полевого эксперимента.

**Материалы и методы.** Исследования по изучению влияния вида удобрения на продукционный процесс сои проходили на базе опытного стационара лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ.

Севооборот четырёхпольный: сидеральный пар – озимая пшеница – соя – яровая пшеница. После уборки зерновых колосовых сеется пожнивный сидерат с внесением минерального удобрения в виде азофоски и без неё. По достижению фазы цветения пожнивного сидерата или при переходе среднесуточных температур ниже отметки 5 °С производится заделка его в почву дисковой бороной.

Программа исследований включает в себя проведение полевых и лабораторных опытов, учётов и анализов. Опыт двухфакторный, повторность трёхкратная. Размещение делянок многоярусное, систематическое, с расщеплением. Размер элементарной посевной делянки 36 м<sup>2</sup>, учётной делянки – 18 м<sup>2</sup>.

Развёрнутая схема опыта представлена следующими вариантами:

1. контроль (без удобрений, и без подкормки и обработки семян Мо);
2. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> + обработка семян Мо (50 г/га);
3. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> + некорневая подкормка Мо (100 г/га);
4. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> + некорневая подкормка и обработка семян Мо (100+50 г/га);
5. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> + некорневая подкормка Мо (200 г/га);
6. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> + некорневая подкормка и обработка семян Мо (200+50 г/га);
7. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;
8. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + обработка семян Мо (50 г/га);
9. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + некорневая подкормка Мо (100 г/га);
10. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + некорневая подкормка и обработка семян Мо (100+50 г/га);
11. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + некорневая подкормка Мо (200 г/га);
12. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + некорневая подкормка и обработка семян Мо (200+50 г/га);
13. Сидерат (пожнивный);
14. Сидерат + обработка семян Мо (50 г/га);
15. Сидерат + некорневая подкормка Мо (100 г/га);
16. Сидерат + некорневая подкормка и обработка семян Мо (100+50 г/га);
17. Сидерат + некорневая подкормка Мо (200 г/га);
18. Сидерат + некорневая подкормка и обработка семян Мо (200+50 г/га);
19. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + сидерат;
20. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + сидерат; + обработка семян Мо (50 г/га);
21. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + сидерат; + некорневая подкормка Мо (100 г/га);
22. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + сидерат; + некорневая подкормка и обработка семян Мо (100+50 г/га);
23. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + сидерат; + некорневая подкормка Мо (200 г/га);
24. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + сидерат; + некорневая подкормка и обработка семян Мо (200+50 г/га).

Агротехника опыта была близкой к общепринятой в Белгородской области.

**Результаты и обсуждение.** Полевая всхожесть учитывалась дважды – в фазу появления примордиальных листьев, когда формировалась густота более здоровых, быстро взошедших растений, а также перед уборкой (табл. 1).

**Таблица 1 – Результаты учёта полевой всхожести сои в фазу появления примордиальных листьев, полнота всходов, %.**

Макроудобрение (фактор А)	Обработка семян (фактор В)	Полнота всходов, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Без удобрений	протравл.	59	54	80	<b>64</b>
	протр. + Мо	45	52	81	<b>59</b>
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	протравл.	48	45	76	<b>56</b>
	протр. + Мо	45	42	73	<b>53</b>
Сидерат пожнивно	протравл.	64	40	76	<b>60</b>
	протр. + Мо	54	39	77	<b>57</b>
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + сидерат пожнивно	протравл.	51	49	73	<b>58</b>
	протр. + Мо	46	46	70	<b>54</b>
<i>Средняя по опыту М</i>		<i>51,5</i>	<i>45,9</i>	<i>75,8</i>	<i>57,6</i>
<i>Ст. откл. SD</i>		<i>7,0</i>	<i>5,5</i>	<i>3,7</i>	<i>3,5</i>
<b>В среднем по факторам опыта</b>					
В среднем по фактору А	Без удобрений	52	53	81	<b>62</b>
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	47	44	75	<b>55</b>
	Сидерат пожнивно	59	40	77	<b>58</b>
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + сидерат п.	49	48	72	<b>56</b>
	<i>F<sub>05</sub>факт./F<sub>05</sub>ст.</i>	<i>3,3/4,9</i>	<i>145/3,3</i>	<i>10,6/3,3</i>	<i>41/3,3</i>
	<i>Размер эффекта η<sup>2</sup></i>	<i>0,83</i>	<i>0,99</i>	<i>0,91</i>	<i>0,98</i>
	<i>Разл. при α=0,05</i>	<i>Не доказаны</i>	<i>Доказаны</i>	<i>Доказаны</i>	<i>Доказаны</i>
В среднем по фактору В	протравл.	56	47	76	<b>60</b>
	протр. + Мо	48	45	75	<b>56</b>
	<i>F<sub>05</sub>факт./F<sub>05</sub>ст.</i>	<i>10,4/1,3</i>	<i>22/1,3</i>	<i>0,75/1,3</i>	<i>61/1,3</i>
	<i>Размер эффекта η<sup>2</sup></i>	<i>0,79</i>	<i>0,88</i>	<i>0,20</i>	<i>0,95</i>
	<i>Разл. при α=0,05</i>	<i>Доказаны</i>	<i>Доказаны</i>	<i>Не доказаны</i>	<i>Доказаны</i>

В 2018 году в фазу примордиальных листьев всхожесть была выше там, где не использовали минеральные удобрения. Их использование понижало всхожесть семян в среднем по факторам на величину от 6 до 13 %, если сравнивать с контролем без удобрений и с сидератом пожнивно. По сидеральной системе удобрений всхожесть была выше на 7 % относительно контроля. Обработка семян перед посевом протравителем и молибдатом аммония в среднем снижала всхожесть на 4 % по сравнению с обработкой одним только протравителем.

В 2019 году агрометеорологические условия после посева несколько отличались от условий 2018 года. В частности, осадки в мае были распределены более равномерно по декадам, чем в 2018 году. Это может быть объяснением того, что обработанные смесью протравителя и молибдата аммония семена вошли преимущественно по вариантам без минеральных удобрений лучше, чем просто протравленные. Разница между ними составляла до 14 %. Однако в среднем по факторам эта разница составляет всего 4 %. Посевы, где применялись минеральные удобрения, показали полевую всхожесть в среднем от 33 до 47 %, в то время как без них она была в пределах от 40 до 50 %.

Таким образом, в среднем за два года можно отметить, что применение минеральных удобрений и протравливание семян смесью препарата и молибдата аммония снижает всхожесть семян, фиксируемую в фазу примордиальных листьев.

Однако после фазы примордиальных листьев, как правило, происходило увеличение всхожести, так как дружность всходов была невысокой. Семена сои всходили как бы двумя партиями – первая всходила дружно, из них впоследствии формировались крепкие, развитые растения. Остальные семена всходили с большой задержкой. Вследствие отставания, растения сои, полученные из этих семян, испытывали сильную конкуренцию со стороны более развитой первой партии, а также сильно страдали от иссушения почвы. В 2018 году учёт полноты всходов перед уборкой не проводился, так как не предполагалось различий между густотой стояния растений в этот срок и предыдущий. Поэтому данные о полноте всходов сои перед уборкой рассчитаны на основании снопового анализа. В 2019 году в методику опыта был включён учёт полноты всходов перед уборкой, чтобы избежать различий, обусловленных методикой.

Так как в 2018 году использовались разные методики подсчёта густоты всходов, сравнивать данные разных сроков учётов между собой некорректно. Однако перед уборкой отмечались, в основном, те же закономерности, что и фазу примордиальных листьев. Там, где использовали минеральные удобрения, всхожесть была даже несколько выше, чем без удобрения, на 3 %. Впрочем, такое отклонение вряд ли выходит за пределы погрешности. Однако по сидерату пожнивно всхожесть в среднем составила 56 %, а использование минеральных удобрений по нему показало снижение полноты всходов на 14 %. Использование молибдата аммония в смеси с протравителем для обработки семян перед посевом так же, как и в предыдущий подсчёт, снижало полноту всходов, но разница здесь составляла уже 8 %, а не 4 %.

В 2019 году в оба срока подсчёт проводился в поле. Это позволяет сравнивать данные не только внутри одного учёта, но и их между собой в динамике. Так, можно заметить, что к уборке полнота всходов была в среднем выше, чем в фазу примордиальных листьев. Если сравнивать средние значения по факторам опыта этих двух учётов, то видно прирост на величину от 5 до 12 %. К уборке различия по всхожести посевов с разными удобрениями либо сравнялись, либо показали противоположные предыдущему учёту тенденции. Так, без удобрений средняя полнота всходов к уборке составила 53 %. Это на 5 % больше, чем в фазу примордиальных листьев. По  $N_{30}P_{30}K_{30}$  полнота всходов была 57 %. Это на 13 % больше, чем зафиксировано в предыдущий срок учёта, и на 4 % больше, чем без удобрений. По сидерату пожнивно посевы стали гуще, чем в предшествующий учёт. Полнота всходов здесь к уборке составила 43 %.

Это на 6 % выше, чем в фазу примордиальных листьев. Сочетание пожнивного сидерата и минерального удобрения показало большую полноту всходов, чем было отмечено по чистому пожнивному сидерату, на 14 %. При этом прирост относительно первого срока учёта здесь составил 17 %.

В среднем за два года различия по системам удобрений этого показателя практически сглаживаются. Варьирование его составляет не более 3 %. При этом разница в среднем по обработке семян по-прежнему показывает, что смесь молибдата аммония и протравителя хуже отражается на полноте всходов, чем обработка только протравителем. Разница между полнотой всходов была 6 % в среднем за 2018-2019 гг.

Учёты засорённости посевов сои проводились в 2018 году 4-кратно по группам: злаковые, однолетние двудольные, многолетние двудольные. Первый срок учёта был приурочен к обработке гербицидами, и выполнялся непосредственно перед этой операцией. Второй через 30 дней после неё. Третий через 45 дней после обработки гербицидами, а последний перед уборкой. Кроме того, через 30 и 45 дней помимо подсчёта сорняков, определялся их зелёный вес.

В сложившихся условиях 2018 сельскохозяйственного года перед обработкой гербицидами засорённость посевов сои без удобрений составляла 56 экз./м<sup>2</sup>. Там, где применялись минеральные удобрения, насчитывалось больше на 6 растений с 1 кв. метра. Аналогичная закономерность отмечалась и по сидерату пожнивно в сравнении с сочетанием минерального и сидерального удобрений. Так, если по сидерату пожнивно насчитывалось 39 экз./м<sup>2</sup> сорняков всех групп, то при добавлении минеральных удобрений их было на 5 экз./м<sup>2</sup> больше.

Через 30 дней после обработки гербицидами по всем вариантам опыта засорённость была несколько выше, чем перед ней. Это связано с поздней обработкой гербицидами, обусловленной медленным развитием культуры. Благодаря медленному развитию сои сорняки получили преимущество по времени, и достигли фазы, при которой эффективность гербицидов была пониженной. Кроме того, благодаря осадкам, которые выпали в этот промежуток времени, появились новые всходы сорной растительности, или вторая волна сорняков.

В целом, в этот учёт количество сорняков было выше там, где применялись минеральные удобрения, если сравнивать с неудобренными посевами. Если в предшествующий учёт сорняков разница по вариантам опыта с разными удобрениями составляла около 10-12 % от их численности, то в этот она стала больше. Теперь численность сорняков была больше на 33 % по минеральному удобрению, чем по контролю, и на 66 % больше по минерально-сидеральному удобрению, чем по сидеральному. Зелёный вес сорняков по варианту без удобрений составлял 889 г/м<sup>2</sup>, из которого больше половины приходилось на злаковые сорняки. При этом по варианту с минеральным удобрением вес сорняков был меньше относительно варианта без удобрений на 215 г/м<sup>2</sup>. Злаковые сорняки составляли здесь небольшую часть общего веса, около 13 %. Остальной вес приходился на группу однолетних двудольных. При этом по вариантам с сидератом пожнивно и сочетанию его с минеральным удобрением вес сорняков был прямо пропорционален их численности. Если по сочетанию минерального удобрения и сидерата число сорняков было выше, чем по сидерату, то и вес их был больше именно по этому варианту на 275 г/м<sup>2</sup>, составив 809 г/м<sup>2</sup>.

Через 45 дней после обработки посевов гербицидами число сорняков и их вес возросли ещё сильнее относительно предыдущего срока учёта. При этом в целом сохранились те же тенденции, что были отмечены ранее. Изменилась только

разница между вариантами с минеральным удобрением и без удобрений. В этот учёт как число, так и вес сорняков были больше по минеральному удобрению, чем по контролю.

К уборке сои вегетирующих сорняков почти не осталось. Численность их составляла величину от 7 до 17 экз./м<sup>2</sup>. В целом, удобрения минеральными удобрениями посевы по-прежнему были засорены сильнее, чем варианты без удобрений или с одним только сидератом пожнивно.

В сложившихся условиях 2019 года за отсутствием необходимости число учётов сорняков было сокращено до трёх. Первый проводился перед обработкой гербицидами, второй через 30 дней после неё, а последний перед уборкой сои. Из них количественно-весовым был только учёт через 30 дней после обработки, остальные учёты были количественными.

Перед внесением гербицидов число сорняков по варианту без удобрений составляло 200 экз./м<sup>2</sup>. Из них около 75 % приходилось на однолетние двудольные, а остальное на злаковые сорные растения. Посевы, под которые применяли минеральные удобрения, были засорены немного больше, здесь насчитывалось до 230 экз./м<sup>2</sup>. Соотношение злаковых и однолетних двудольных отличалось от контроля без удобрений, и было близко к 1:1. По сидерату пожнивно в условиях года численность всходящих сорняков была равна в среднем 191 экз./м<sup>2</sup>. Злаковых сорняков было около 27 %. Минерально-сидеральное удобрение показывало увеличенную засорённость посевов сои по сравнению с чисто сидеральным удобрением. Здесь насчитывалось до 352 экз./м<sup>2</sup> сорняков. Соотношение злаковых и двудольных сорняков было близко к 1:1. Кроме того, по вариантам с пожнивным сидератом, как в сочетании с минеральными удобрениями, так и без них, было от 3 до 4 экз./м<sup>2</sup> многолетних двудольных сорняков, в основном, бодяка полевого.

Через 30 дней после обработки гербицидами число сорняков было примерно в 3-6 раз меньше, чем перед ней. Таким образом, в 2019 году эффект от обработки гербицидами был заметным. В посевах без удобрений насчитывалось 63 экз./м<sup>2</sup> сорняков всех учитываемых групп. Там, где применялось минеральное удобрение, их было немного больше, чем на контроле, всего на 4 экз./м<sup>2</sup>. По сидерату пожнивно сорняков было до 54 экз./м<sup>2</sup>, почти столько же их было по сочетанию его с минеральным удобрением. Вес сорняков, однако, все же был выше там, где минеральные удобрения в том или ином варианте применялись. Разница между ними и неудоженными вариантами составляла по весу 38-61 г/м<sup>2</sup>. К уборке число сорняков практически не изменилось, варьирование их численности укладывается в естественную пестроту сорного компонента агробиоценоза.

В третий год наших исследований засорённость всех вариантов опыта на опытном поле перед химической обработкой гербицидами была достаточно высокой. Преобладали однолетние двудольные и злаковые сорняки, т.е. те категории сорной растительности, с которыми достаточно успешно справляются химические препараты для защиты растений. Обращает на себя внимание факт значительного повышения засорённости на вариантах, где использовались зелёные удобрения. Объяснение этому обстоятельству следует искать в лучших условиях произрастания сорняков и возможности их доводить жизненный цикл до образования семян в посевах совместно с сидеральными культурами. Самая высокая общая засорённость на уровне 115 шт/м<sup>2</sup> при весе 245 г/м<sup>2</sup> отмечена на делянках совместного использования минеральных удобрений и сидератов в условиях 2020 года.

Химическая прополка посевов сои практически нивелирует действие сорной растительности и к моменту уборки были зафиксированы единичные сорные растения, в основном трудноискоренимые многолетники, на всех изучаемых в опыте вариантах.

Нами проанализированы экспериментальные данные по количеству и весу сорняков в посевах сои при условии применения молибдата аммония в дозе 200 г/га д.в. молибдена. Данный препарат перед обработкой гербицидами оказывал выраженный ингибирующее действие на сорняки. Однако, после проведения химической обработки посевов показатели засорённости несколько выравниваются, достигая через 30 дней разницы в 6 шт/м<sup>2</sup> при разнице в весе 6 г/м<sup>2</sup>.

В среднем за три года все тенденции и закономерности, которые были отмечены и описаны в тексте выше (Приложение). По минеральному удобрению число и вес сорняков обычно выше, чем без него. Это объясняется улучшением условий питания, на которое очень отзывчивы дикие растения.

Количественно-весовые учёты развитости корневых симбиотических клубеньков сои в 2018 и 2019 гг. выполнялись в фазу цветения культуры. Большие разбросы по результатам обусловлены сильным варьированием условий, в которых находились растения даже в пределах одного варианта опыта. Низкая полевая всхожесть семян создала значительное варьирование площади питания растений, которая различалась в два и более раз. Нами была предпринята попытка уравнивать влияние этого фактора с помощью отбора растений, расположенных более или менее одинаково друг к другу (не менее 2-3 растений на ширину штыка лопаты), но полностью избежать его не удалось.

В 2018 году число клубеньков, насчитываемое с 10 растений, варьировало по вариантам опыта от минимум 159 до максимум 299 шт., а их общий вес был в пределах от 3,00 г до 8,08 г.

Из представленных ниже данных видно, что в большинстве случаев обработка семян молибденом и протравителем приводила к увеличению численности и веса клубеньков, а в некоторых случаях только веса на фоне снижающейся численности.

Сравнение вариантов с разными макроудобрениями без какой-либо обработки семян или растений сои препаратом молибдена показывает, что в условиях 2018 года число клубеньков и их вес был ниже относительно контроля, если применялись минеральные удобрения. Кроме того, сидерат пожнивно в качестве удобрения также снижал эти показатели симбиотической корневой системы относительно варианта без удобрений вообще.

Листовая подкормка препаратом молибдена по всем вариантам с макроудобрениями в дозах 100 и 200 г/га д.в. в большинстве представленных вариантов приводила к усиленному развитию корневых клубеньков – в некоторой степени их числа и, в значительной большей, веса. Численность клубеньков по вариантам опыта варьировала зачастую бессистемно. При этом их вес подчинялся заметной закономерности. С небольшим варьированием можно увидеть, что увеличение дозировки листовой подкормки приводит к росту веса клубеньков там, где не применялись минеральные удобрения. По варианту опыта с минеральными удобрениями обработка посевов молибдатом аммония приводила к росту только в дозировке 200 г/га, а по дозировке 100 г/га наблюдался провал их веса по сравнению с необработанными им посевами.

В целом, по вариантам с сидеральным удобрением, а также его комбинации с минеральными удобрениями прослеживаются те же тенденции, что и по первым двум. Отличие лишь в том, что в большинстве случаев развитие симбиотического корневого аппарата здесь слабее.

В 2019 году сложились несколько другие условия, поэтому и корневые клубеньки на растениях были, как правило, крупнее, чем в 2018 году.



Обработка семян сои молибдатом аммония в смеси с протравителем при возделывании культуры по варианту без удобрений приводила к ярко выраженному росту численности клубеньков, а также к небольшому приросту их общей массы. Там, где посева удобрялись минеральными удобрениями, наблюдалась следующая закономерность – при обработке семян молибдатом аммония наблюдался прирост и числа, и веса клубеньков. Это заметно вплоть до общей дозы 150 г/га д.в. молибдена (100 г подкормка, 50 г обработка семян). Однако уже по дозе 200 г/га д.в. листовой подкормки молибденом при совмещении её с обработкой семян им же число клубеньков оставалось почти таким же, а вес резко снижался. По вариантам с сидеральным удобрением или его сочетанием с минеральными удобрениями данные учёта демонстрируют сильное и бессистемное варьирование, что, вероятно, объясняется значительными различиями в условиях жизни растений сои по этим вариантам, вызванным засорением многолетними сорняками.

В среднем за два года по вариантам опыта видно, что минеральное удобрение увеличивало число клубеньков и их вес относительно неудобренных посевов только там, где не применялся препарат молибдена в виде листовой подкормки. Если посева, где не применяли макроудобрения, положительно отзываются как на обработку семян, так и на подкормку молибденом, увеличивая численность и вес клубеньков с ростом дозы молибдена вплоть до 250 г/га, то по минеральному удобрению наблюдается совершенно противоположная тенденция. Здесь увеличение дозы молибдена, вносимого с листовой подкормкой, постепенно снижает число и вес клубеньков. При этом по-прежнему заметно, что обработка семян этим микроэлементом в смеси с протравителем приводит к их приросту по сравнению с обработкой их только протравителем. Аналогичная тенденция прослеживается и по сидеральному удобрению, если сравнивать его с сочетанием сидерата и минерального удобрения. Данные этих учётов подлежат дальнейшему пересмотру в соответствии с ожидаемыми в 2020 году результатами.

В среднем за два года видно, что по сравнению с посевами без удобрений, число клубеньков по минеральному удобрению N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> несколько выше (на 5 %), а их вес наоборот, заметно меньше (на 19 %). В паре «сидерат пожнивно – NPK+сидерат пожнивно» видно, что минеральные удобрения действуют на число и вес клубеньков негативно, снижая их показатели. Так, клубеньков по сравнению с вариантом с сидеральным удобрением меньше на 9 %, а их вес ниже на 17 %.

По листовым подкормкам молибденом в разных дозах видно, что распределение чисел либо бессистемное, либо имеет необычную природу. Больше всего число и вес клубеньков в среднем по варианту без подкормки молибденом, в то время как по дозе 100 г/га д.в. они снижаются. При этом повышение дозы листовой подкормки до 200 г/га снова повышает эти усреднённые показатели.

**Заключение.** Средние значения по фактору обработки семян показывают, что численность и вес клубеньков, несмотря на значительное варьирование отдельных вариантов, все же демонстрируют увеличение числа клубеньков и их веса при обработке молибдатом аммония в смеси с протравителем относительно обработанных только протравителем семян. Так, если в среднем по протравленным семенам мы имеем 213 шт. клубеньков весом 4,99 г, то там, где в обработке семян применялся препарат молибдена, их число на 9 %, а вес на 19 % выше.

Влажность зерна определялась косвенным способом на основе метода диэлектрической прибором Wile 55.

Снятые показатели в 2018 году зафиксировали повышенную на момент уборки влажность зерна по вариантам, где применялась обработка семян сои смесью протравителя с молибдатом аммония. В большинстве случаев разница составляла значения около 1 % там, где не применяли удобрений либо применяли сидеральное удобрение.

По вариантам с использованием минеральных удобрений различия по влажности зерна были, вероятнее всего, случайными, без какой-либо закономерности.

### Библиография

1. Зотиков В.И. Современное состояние отрасли зернобобовых и крупяных культур в России / В. И. Зотиков, Т. С. Наумкина, В. С. Сидоренко // Вестник Орел ГАУ. – 2006. – Выпуск 1. – С. 14–17.
2. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современной земледелии / В. Я. Родионов. – Белгород, 2013. – 213 с.
3. Турьянский А.В. и др. Технологический регламент возделывания основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области / А. В. Турьянский. Белгород, 2012. 687 с.
4. Лукин С.В. Экологические проблемы и пути их решения в земледелии Белгородской области. Белгород : Крестьянское дело, 2004. 164 с.
5. Лоткова В.В. Перспективы внедрения приёмов биологизации в земледелии Белгородской области / В. В. Лоткова, В. Б. Азаров // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : Сборник докладов XVII Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 27–29 апреля 2022 года. – Курск : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр», 2022. – С. 159–164.
6. Кравченко Д.П. Стимулирование инновационной активности в аграрном секторе России / Д. П. Кравченко, О. С. Акупян // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 192–201.

### References

1. Zotikov V.I. Modern state of the leguminous and cereal crops industry in Russia / V. I. Zotikov, T. S. Naumkina, V. C. Sidorenko // Vestnik Orel GAU. – 2006. – Issue 1. – Pp. 14–17.
2. Rodionov V.Ya., Kloster N.I. Fertilizers in modern agriculture / V. Ya. Rodionov. Belgorod. 2013. 213 p. (in Russian).
3. Turyansky A.V. et al. Technological regulations for the cultivation of basic agricultural crops in the Belgorod region / A. V. Turyansky. Belgorod. 2012. 687 p.
4. Lukin S.V. Ecological problems and ways of their solution in agriculture of the Belgorod region. Belgorod. Peasant business. 2004. 164 p. (in Russian).
5. Lotkova V.V., Azarov V.B. Prospects for implementing techniques of biologization in agriculture of the Belgorod region // Actual problems of Soil Science, Ecology and agriculture : a collection of reports of the XVII international scientific and Practical Conference of the Kursk branch of the Moo «Society of soil scientists named after V. V. Dokuchaev», Kursk, April 27–29, 2022. – Kursk : Federal state budgetary scientific institution «Kursk federal agricultural scientific center», 2022. – Pp. 159–164.
6. Kravchenko D.P., Akupian A.S. Incentive of innovative activity in the agricultural sector of Russia // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2022. – № 3 (35). – P. 192–201.

**Сведения об авторах**

Кульков Станислав Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: SKulkov@mail.ru.

Азаров Владимир Борисович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

**Information about authors**

Kulkov Stanislav Sergeevich, graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: SKulkov@mail.ru.

Azarov Vladimir Borisovich, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

## ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ С КОРОТКОЙ РОТАЦИЕЙ НА ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР

**Аннотация.** На запасы продуктивной влаги перед посевом и перед уборкой культур оказывают влияние вид севооборота, фоны удобрённости, а также способы основной обработки почвы. В данных исследованиях наибольшие запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см выявлены в зернопаропропашном севообороте на вариантах с мелкой обработкой почвы. Улучшению влагообеспеченности культур в значительной степени способствовало внесение органических и минеральных удобрений. В пропашных севооборотах отмечалось снижение плотности пахотного слоя почвы по сравнению с плодосменным севооборотом. Вид севооборота во многом определял структурно-агрегатный состав почвы. Способ основной обработки почвы также влиял на ее структурное состояние: величина коэффициента структурности возрастала на вариантах с минимальной обработкой по сравнению со вспашкой. Внесение органических удобрений также способствовало улучшению структурно-агрегатного состава почвы. Сравнимые в опыте короткоротационные севообороты разных видов, при условии одинаковой обработки почвы и степени удобрения, существенно влияли величину урожая сельскохозяйственных культур. В частности, наибольшая урожайность озимой пшеницы отмечена в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах при совместном внесении органических и минеральных удобрений. По изученным вариантам опыта в целом прослеживалась зависимость величины урожайности возделываемых культур от способа основной обработки почвы: пропашными культурами во всех изучаемых севооборотах более высокий урожай формировался преимущественно по вспашке, тогда как продуктивность культур сплошного способа сева была выше на делянках с мелкой обработкой почвы. Величина продуктивности изученных в опыте севооборотов находилась в зависимости не только от способа основной обработки почвы, но и от степени удобрения.

**Ключевые слова:** севообороты, влажность почвы, запасы влаги, плотность почвы, почвенная структура, коэффициент структурности, урожайность сельскохозяйственных культур.

## INFLUENCE OF CROPPING ROTATIONS WITH SHORT ROTATION ON THEIR PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY IN THE SOUTH-WESTERN PART OF THE CCR

**Abstract.** The reserves of productive moisture before sowing and before harvesting are influenced by the type of crop rotation, fertilization backgrounds, as well as the methods of basic tillage. In these studies, the largest reserves of productive moisture in the soil layer of 0-100 cm were found in the grain-to-crop rotation on variants with shallow tillage. The application of organic and mineral fertilizers significantly contributed to the improvement of crop moisture supply. In tilled crop rotations, there was a decrease in the density of the arable soil layer compared with the fruit-bearing crop rotation. The type of crop rotation largely determined the structural and aggregate composition of the soil. The method of basic tillage also influenced its structural condition: the value of the structural coefficient increased in variants with minimal tillage compared with plowing. The application of organic fertilizers also contributed to the improvement of the structural and aggregate composition of the soil. The short-rotation crop rotations of different types compared in the experiment, provided the same soil treatment and degree of fertilization, significantly affected the yield of crops. In particular, the highest yield of winter wheat was noted in the grain and grain-to-grain crop rotations with the joint application of organic and mineral fertilizers. According to the studied variants of the experiment, in general, the dependence of the yield of cultivated crops on the method of basic tillage was traced: with row crops in all studied crop rotations, a higher yield was formed mainly by plowing, whereas the productivity of crops of the continuous sowing method was higher in plots with shallow tillage. The productivity of the crop rotations studied in the experiment depended not only on the method of basic tillage, but also on the degree of fertilization.

**Keywords:** crop rotations, soil moisture, moisture reserves, soil density, soil structure, structural coefficient, crop yield.

**Введение.** Плодородие почв, их деградация, различная степень смывости вызывают необходимость дифференцированного подхода к размещению культур в севооборотах и самих севооборотов в различных ландшафтных условиях. Однако и сами севообороты оказывают определенное влияние на почвенный покров. Об изменении водно-физических свойств почв под влиянием короткоротационных севооборотов с различным насыщением зерновыми культурами свидетельствуют исследования, проведенные О.Г. Котляровой, Г.И. Уваровым, Е.Г. Котляровой (2004), Н.А. Линковым, С.А. Линковым, А.В. Акинчиным, Л.Н. Кузнецовой и др. (2012), С.Д. Лицуковым и др. (2016), Н.В. Ширяевой и др. (2018), С.А. Линковым и др. (2019) [1, 2, 3, 4, 5].

Улучшение водного режима почв за счет более эффективного использования влаги атмосферных осадков является одним из приоритетных вопросов современного земледелия в районах неустойчивого увлажнения.

По мнению О.Г. Котляровой, Г.И. Уварова, Е.Г. Котляровой для значительной части территории Центрально-Черноземного региона характерен пересеченный рельеф и большой сток талых и дождевых вод, а, следовательно, ограниченные водные ресурсы. Поэтому именно наличие продуктивной влаги в почве выступает основным фактором, оказывающим лимитирующее влияние на урожайность всех сельскохозяйственных культур [1].

**Цель и задачи.** Цель данных исследований – оценить влияние короткоротационных севооборотов на плодородие почв и величину продуктивности сельскохозяйственных культур в юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

Для достижения намеченной цели предусматривалось выполнение следующих основных задач:

- изучить влияние короткоротационных севооборотов на содержание гумуса при различных способах основной обработки почвы и уровнях удобрения;
- установить зависимость агрофизических свойств почвы от чередования культур в севооборотах, способов основной обработки почвы и уровней удобрения;
- оценить и сравнить изучаемые севообороты по продуктивности и уровню рентабельности производства.

**Материалы и методы.** Исследование влияния короткоротационных севооборотов на агрофизические показатели плодородия и оценка их продуктивности выполняли в стационарном полевом опыте лаборатории плодородия почв и мониторинга Белгородского ФАНЦ РАН.

Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом типичным среднемоющим малогумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке. Участок характеризуется ровным рельефом, с незначительным уклоном, не превышающим 3°. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) 5,1-5,4 %; содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – 67-78 и 88-112 мг/кг почвы соответственно,  $pH_{\text{сол}}$  – 5,8-6,3; степень насыщенности основаниями – около 90 %.

В данном стационарном опыте был использован метод расщепленных делянок. В опыте изучались три фактора, повторность – трехкратная. Посевная площадь делянки составляла 120 м<sup>2</sup>, учетная – 100 м<sup>2</sup>.

Изученные в рассматриваемом опыте севообороты характеризовались различной степенью насыщенности пропашными культурами в общей структуре посевных площадей: плодосменный – 20 %, зернопропашной – 40 %, зернопаропропашной – 60 %.

Схема опыта включала три севооборота со следующим чередованием культур (фактор А):

Плодосменный:	Зернопропашной:	Зернопаропропашной:
1. многолетние травы 1 г.п.	1. горох	1. черный пар
2. многолетние травы 2 г.п.	2. озимая пшеница	2. озимая пшеница
3. озимая пшеница	3. сахарная свекла	3. сахарная свекла
4. сахарная свекла	4. ячмень	4. кукуруза на силос
5. ячмень с подсевом многолетних трав	5. кукуруза на силос	5. кукуруза на зерно

Для посева были использованы следующие сорта и гибриды: озимая пшеница – Одесская 267, горох – Орловчанин, ячмень – Гонар, сахарная свекла – Льговская односемянная 52, эспарцет – Песчаный 1251, кукуруза – ТОСС 223.

Для возделывания в опыте сельскохозяйственных культур использовались общепринятые для зоны агротехнические приемы.

В опыте также были изучены два способа основной обработки почвы (фактор В):

– вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 20-27 см (в зависимости от культуры), с предшествующим дискованием на 8-10 см;

– мелкая обработка тяжелой дисковой бороной БДТ-7 на глубину 10-15 см (в два следа).

Оценка севооборотов проводилась на различных фонах удобрённости, включавших в себя три системы удобрений: органическую, органо-минеральную и минеральную (фактор С):

1. контроль (без удобрений);
2. двойная доза минеральных удобрений под озимую пшеницу:
  - в плодосменном севообороте N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;
  - в зернопропашном севообороте N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;
  - в зернопаропропашном севообороте N<sub>40</sub>P<sub>160</sub>K<sub>160</sub>;
3. двойная доза органических удобрений (80 т/га навоза);
4. органо-минеральная система (двойная доза минеральных удобрений + 80 т/га навоза).

Органические удобрения вносили под сахарную свеклу однократно за ротацию севооборота, в одинарной (40 т/га) и двойной (80 т/га) дозах осенью под основную обработку почвы. Внесение минеральных удобрений осуществляли ежегодно под каждую культуру в одинарной и двойной дозах.

Погодные условия в годы проведения исследований в целом были близки к среднемноголетним данным по температурному режиму, а по количеству выпавших осадков были незначительно засушливее нормы.

В ходе проведения данных исследований были выполнены следующие наблюдения, учёт и анализы (согласно общепринятым методикам):

- 1) фенологические наблюдения за прохождением основных фаз роста и развития культур;
- 2) влажность почвы и запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см перед посевом (ВВВВ озимой пшеницы) и перед уборкой культур;
- 3) плотность почвы перед посевом (ВВВВ озимых) и перед уборкой;
- 4) структурно-агрегатный состав почвы перед посевом (ВВВВ озимых) и перед уборкой;
- 5) агрохимические показатели плодородия почвы: легкогидролизующий азот, подвижный фосфор и подвижный калий,  $pH_{\text{сол}}$ , гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований – перед посевом (ВВВВ озимых) и перед уборкой культур;
- 6) учёт урожайности и структурный анализ сноповых образцов;
- 7) статистическая обработка полученных результатов с использованием методов дисперсионного анализа [6].

**Результаты и обсуждение.** В ходе проведенных в условиях стационарного полевого опыта лаборатории плодородия почв и мониторинга Белгородского ФАНЦ РАН исследований, в трех изучаемых севооборотах была выполнена оценка величины запасов продуктивной влаги в слое 0-100 см при разных способах основной обработки почвы и различных уровнях удобрённости (таблица 1 и 2).

В ходе анализа полученных данных было установлено, что вид севооборота оказывал влияние на величину запасов продуктивной влаги в почве ко времени возобновления весенней вегетации (ВВВВ) озимой пшеницы. В частности, в плодосменном севообороте, в среднем по фонам удобрённости, на вспашке они составили 143 мм, а на вариантах с мелкой обработкой почвы – 150 мм. В зернопропашном севообороте на момент ВВВВ запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы оказались существенно выше – 151 мм и 155 мм соответственно. Наибольшие в опыте запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были получены в зернопаропропашном севообороте: 161 мм на вспашке и 165 мм на вариантах с мелкой обработкой.

**Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от видов севооборотов, способов основной обработки и уровней удобренности на момент посева (BBBB), мм**

Внесено на 1 га		Плодосменный севооборот (озимая пшеница)		Зернопропашной севооборот (озимая пшеница)		Зернопаропропашной севооборот (озимая пшеница)	
Навоз, т (последствие)	Минеральные удобрения, доза	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка
0	0	135	150	146	150	155	157
	2 дозы	141	145	149	156	161	162
80	0	145	151	154	155	162	167
	2 дозы	152	155	156	158	165	173
<i>Среднее по фонам удобренности</i>		<i>143</i>	<i>150</i>	<i>151</i>	<i>155</i>	<i>161</i>	<i>165</i>
НСП <sub>05</sub> для фактора А (севооборот)			4,71				
НСП <sub>05</sub> для фактора В (обработка почвы)			3,92				
НСП <sub>05</sub> для фактора С (фон удобренности)			5,51				

При сравнении изучаемых видов севооборотов по запасам продуктивной влаги на момент уборки озимой пшеницы, было выявлено, что они были существенно выше в зернопаропропашном севообороте – 96 мм на вспашке и 98 мм на варианте с мелкой обработкой почвы, против 88 мм и 93 мм соответственно в плодосменном севообороте.

**Таблица 2 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от видов севооборотов, способов основной обработки и уровней удобренности перед уборкой, мм**

Внесено на 1 га		Плодосменный севооборот (озимая пшеница)		Зернопропашной севооборот (озимая пшеница)		Зернопаропропашной севооборот (озимая пшеница)	
Навоз, т (последствие)	Минеральные удобрения, доза	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка
0	0	87	89	87	92	92	93
	2 дозы	85	90	89	94	95	97
80	0	89	94	91	96	97	99
	2 дозы	92	97	93	99	98	101
<i>Среднее по фонам удобренности</i>		<i>88</i>	<i>93</i>	<i>90</i>	<i>95</i>	<i>96</i>	<i>98</i>
НСП <sub>05</sub> для фактора А (севооборот)			3,24				
НСП <sub>05</sub> для фактора В (обработка почвы)			2,42				
НСП <sub>05</sub> для фактора С (фон удобренности)			4,15				

Что касается зернопропашного севооборота, то он на момент уборки урожая по запасам продуктивной влаги занимал промежуточное положение между плодосменным и зернопаропропашным севооборотами: запасы доступной для растений влаги в слое почвы 0-100 см составляли 90 мм на вспашке, а на варианте с мелкой обработкой почвы – 95 мм.

К моменту уборки озимой пшеницы запасы продуктивной влаги в почве ожидаемо существенно снизились и в среднем по опыту составили около 60 % от их величины на момент посева (BBBB озимой пшеницы). В зернопаропропашном севообороте в процентном соотношении в среднем по способам основной обработки почвы сохранилось наибольшее количество влаги – 59,5 %. Тогда как в плодосменном севообороте отмечалось наименьшее сохранение и накопление влаги – всего 30,9 % от весенних запасов.

Согласно классификации А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной (1986), для оценки запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы необходимо использовать следующую шкалу: более 160 мм – очень хорошие, 160-130 мм – хорошие, 130-90 мм – удовлетворительные, 90-60 мм – плохие, менее 60 мм – очень плохие [7].

Таким образом, согласно данной классификации, запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см на момент возобновления весенней вегетации озимой пшеницы в среднем по опыту можно характеризовать как хорошие (143-165 мм). Ко времени уборки, ввиду значительного их уменьшения, они перешли в разряд удовлетворительных (90-98 мм), а в плодосменном севообороте на варианте со вспашкой и вовсе в разряд плохих – 88 мм.

На накопление доступной для растений влаги также оказывал влияние и способ основной обработки почвы. В частности, запасы продуктивной влаги в плодосменном севообороте на вспашке были меньше в среднем на 5-7 мм, чем на вариантах с мелкой обработкой как ко времени BBBB, так и перед уборкой культуры. В зернопропашном севообороте различия в запасах доступной влаги по способам основной обработки почвы составили 4 мм весной и 5 мм перед уборкой озимой пшеницы. В зернопаропропашном севообороте перед уборкой культуры различия по запасам влаги в зависимости от способа основной обработки практически нивелировались и составили всего 2 мм.

Согласно результатам проведенного опыта, внесение минеральных и органических удобрений способствовало улучшению влагообеспеченности культур. На вариантах без применения удобрений (контроль) запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см на момент BBBB озимой пшеницы находились в пределах 135-157 мм (в зависимости от вида севооборота и способа основной обработки почвы). При внесении навоза в дозе 16 т/га севооборотной площади отмечалось повышение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы до 145-167 мм, тогда как при совместном использовании минеральных и органических удобрений они возрастали уже до 152-173 мм. Данная тенденция увеличения запасов доступной влаги в почве за счет применения удобрений сохранялась до момента уборки.

Важнейшим агрофизическим показателем, характеризующим водно-физические свойства почвы, ее плодородие и продуктивность, является плотность сложения.

По мнению П.У. Бахтина (1969), В.П. Нарциссова (1982), плотность почвы способна оказывать значительное влияние на ее водный, воздушный и тепловой режимы, а также жизнеспособность и активность почвенной микрофлоры, развитие корневых систем растений. Сильное уплотнение плодородного слоя приводит к снижению запаса доступной для растений влаги, а также к ухудшению газообмена между почвой, атмосферой и растениями, что оказывает отрицательное влияние на их рост и развитие. В то же время, и чрезмерно рыхлое сложение почвы ввиду интенсивного испарения влаги также способствует ухудшению водного режима [8, 9].

Плотность почвы в значительной степени определяется ее механическим и минералогическим составом, структурой и содержанием органического вещества. Также, в значительной степени, влияют на данный показатель и различные приемы обработки почвы.

В таблицах 3 и 4 представлены данные, свидетельствующие о зависимости плотности чернозема типичного от вида севооборота, фона удобренности и способа основной обработки почвы.

**Таблица 3 – Плотность чернозема типичного в зависимости от видов севооборотов, способов основной обработки почвы и уровней удобренности на момент посева (ВВВВ), г/см<sup>3</sup>**

Внесено на 1 га		Слой почвы, см	Плодосменный севооборот (озимая пшеница)		Зернопропашной севооборот (озимая пшеница)		Зернопаропашной севооборот (озимая пшеница)	
Навоз, т (последствие)	Минеральные удобрения, доза		вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка
0	0	0-10	1,11	1,07	0,96	1,08	1,02	1,00
		10-20	1,18	1,15	1,12	1,11	1,08	1,08
		20-30	1,24	1,21	1,19	1,17	1,17	1,15
		0-30	1,18	1,14	1,09	1,12	1,09	1,08
	2 дозы	0-10	1,11	0,99	0,95	0,92	0,95	0,93
		10-20	1,17	1,12	1,04	1,03	1,07	1,08
		20-30	1,22	1,17	1,08	1,09	1,13	1,10
		0-30	1,17	1,09	1,02	1,01	1,05	1,04
80	0	0-10	1,04	1,11	1,00	0,97	0,94	0,95
		10-20	1,09	1,13	1,14	1,02	1,02	1,03
		20-30	1,16	1,16	1,19	1,15	1,17	1,12
		0-30	1,10	1,13	1,11	1,05	1,04	1,03
	2 дозы	0-10	1,00	0,98	0,97	1,00	0,94	0,96
		10-20	1,05	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01
		20-30	1,16	1,18	1,15	1,11	1,17	1,10
		0-30	1,07	1,06	1,05	1,04	1,04	1,02
Среднее по фонам удобренности		0-10	1,07	1,04	0,97	0,99	0,96	0,96
		10-20	1,12	1,11	1,08	1,05	1,05	1,05
		20-30	1,19	1,15	1,11	1,09	1,12	1,09
		0-30	1,12	1,10	1,05	1,04	1,04	1,03
НСР <sub>05</sub> для фактора А (севооборот)			0,04					
НСР <sub>05</sub> для фактора В (обработка почвы)			0,02					
НСР <sub>05</sub> для фактора С (фон удобренности)			0,04					

Анализ данных, представленных в таблице 3, показывает, что в плодосменном севообороте ко времени возобновления весенней вегетации озимой пшеницы плотность пахотного слоя почвы составляла 1,12 г/см<sup>3</sup> на вспашке и 1,10 г/см<sup>3</sup> на вариантах с мелкой обработкой почвы, что по общепринятой классификации соответствует среднеплотной почве. В то время как в зернопропашном и зернопаропашном севооборотах почва находилась в рыхлом состоянии – плотность пахотного слоя составляла, соответственно, 1,05 и 1,04 г/см<sup>3</sup> на вариантах со вспашкой; 1,04 и 1,03 г/см<sup>3</sup> на вариантах с мелкой обработкой. Таким образом, в пропашных севооборотах уплотнение почвы проявлялось в меньшей степени.

К моменту уборки озимой пшеницы произошло уплотнение пахотного слоя по сравнению с весенним периодом в среднем на 0,02-0,03 г/см<sup>3</sup> в плодосменном севообороте, на 0,04-0,06 г/см<sup>3</sup> в зернопропашном и на 0,03-0,05 г/см<sup>3</sup> в зернопаропашном севообороте. Такое увеличение плотности почвы можно объяснить недостатком атмосферных осадков в период вегетации, а также уплотнением почвы под воздействием сельскохозяйственной техники.

Сравнивая изучаемые способы основной обработки почвы по их влиянию на плотность почвы, необходимо отметить, что к ВВВВ озимой пшеницы на вариантах с мелкой обработкой плотность пахотного слоя в плодосменном севообороте в среднем по фонам удобренности была ниже на 0,02 г/см<sup>3</sup> по сравнению со вспашкой. К уборке озимой пшеницы плотность пахотного горизонта на вариантах со вспашкой была на 0,03 г/см<sup>3</sup> больше, чем по мелкой обработке.

**Таблица 4 – Плотность чернозема типичного в зависимости от видов севооборотов, способов основной обработки почвы и уровней удобрения на момент уборки, г/см<sup>3</sup>**

Внесено на 1 га		Слой почвы, см	Плодосменный севооборот (озимая пшеница)		Зернопропашной севооборот (озимая пшеница)		Зернопаропашной севооборот (озимая пшеница)	
Навоз, т (последствие)	Минеральные удобрения, доза		вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка
0	0	0-10	1,14	1,12	1,00	1,12	1,05	1,03
		10-20	1,23	1,18	1,15	1,14	1,11	1,09
		20-30	1,25	1,24	1,21	1,20	1,23	1,18
		0-30	1,21	1,18	1,12	1,15	1,13	1,10
	2 дозы	0-10	1,13	1,05	1,02	1,05	1,02	0,97
		10-20	1,19	1,12	1,09	1,08	1,09	1,10
		20-30	1,25	1,20	1,12	1,12	1,16	1,14
		0-30	1,19	1,12	1,08	1,08	1,09	1,07
80	0	0-10	1,05	1,13	1,02	1,03	1,04	0,97
		10-20	1,12	1,12	1,15	1,08	1,06	1,02
		20-30	1,18	1,17	1,24	1,27	1,19	1,15
		0-30	1,12	1,14	1,14	1,13	1,10	1,05
	2 дозы	0-10	1,03	1,01	1,01	1,03	1,02	1,00
		10-20	1,08	1,05	1,05	1,07	1,05	1,03
		20-30	1,20	1,19	1,17	1,16	1,18	1,11
		0-30	1,10	1,08	1,08	1,09	1,08	1,05
Среднее по фонам удобрения		0-10	1,09	1,08	1,01	1,06	1,03	1,01
		10-20	1,16	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06
		20-30	1,21	1,17	1,15	1,15	1,16	1,12
		0-30	1,15	1,12	1,09	1,10	1,09	1,06
НСР <sub>05</sub> для фактора А (севооборот)				0,04				
НСР <sub>05</sub> для фактора В (обработка почвы)				0,03				
НСР <sub>05</sub> для фактора С (фон удобрения)				0,04				

В зернопропашном и зернопаропашном севооборотах существенного снижения плотности почвы на вариантах с мелкой обработкой не отмечено, разница находилась в пределах ошибки опыта.

Результаты исследований доказали, что удобрения способствовали разуплотнению пахотного горизонта почвы и снижению его плотности на 0,01-0,11 г/см<sup>3</sup>. Это прослеживалось даже при внесении одних минеральных удобрений, но особенно проявлялось при применении органических и органо-минеральных.

Так, при заделке двойной дозы минеральных удобрений во всех изучаемых севооборотах наблюдалось существенное снижение плотности почвы в слое 0-30 см в среднем на 0,04-0,05 г/см<sup>3</sup>. Исключение составил вариант со вспашкой в плодосменном севообороте, где двойная доза минеральных удобрений не привела к значительному уменьшению плотности пахотного слоя.

Последствие органики, как в чистом виде, так и совместно с двойной дозой минеральных удобрений также способствовало снижению плотности почвы в опыте по всем изучаемым способам обработки почвы.

Наименьшие значения плотности пахотного слоя почвы в плодосменном севообороте были отмечены на вариантах с внесением двойной дозы минеральных и органических удобрений и составили к ВВВВ 1,07 г/см<sup>3</sup> и 1,06 г/см<sup>3</sup> по вспашке и мелкой обработке соответственно, а также 1,10 г/см<sup>3</sup> и 1,08 г/см<sup>3</sup> к началу уборки озимой пшеницы.

В зернопропашном севообороте наименьшее значение плотности почвы к ВВВВ озимой пшеницы получено на варианте с применением двойной дозы минеральных удобрений – 1,02 г/см<sup>3</sup> и 1,01 г/см<sup>3</sup> по вспашке и мелкой обработке соответственно. К началу уборки эта величина, независимо от способа основной обработки почвы, возросла до 1,08 г/см<sup>3</sup>.

В зернопаропашном севообороте на момент ВВВВ озимой пшеницы наименьшее значение плотности почвы отмечалось при использовании органо-минеральной системы удобрения – 1,04 г/см<sup>3</sup> и 1,02 г/см<sup>3</sup> соответственно по вспашке и мелкой обработке. К моменту уборки плотность пахотного горизонта увеличивалась до 1,08 г/см<sup>3</sup> на вспашке и до 1,05 г/см<sup>3</sup> на вариантах с мелкой обработкой почвы.

Следующим значимым агрофизическим показателем состояния почвы выступает ее структура, определяющая благоприятное строение пахотного слоя почвы, а также водные, физико-механические и технологические свойства. С агрономической точки зрения наиболее ценной, и поэтому представляющей особый интерес, является зернистая и мелкокомковатая структура с размером частиц 0,25-10 мм.

Таблицы 5 и 6 отражают характер зависимости структурно-агрегатного состава чернозема типичного от видов севооборотов, способов основной обработки почвы и уровней удобрения.

Анализируя данные таблицы 5, можно заметить, что на момент возобновления весенней вегетации озимой пшеницы произошло заметное ухудшение структурного состояния пахотного слоя почвы во всех изучаемых севооборотах по сравнению с подпахотным горизонтом в среднем в 1,1-1,4 раза.

Кроме того, существенное влияние на изменение структуры почвы оказывает вид севооборота. Так, в плодосменном севообороте было отмечено наибольшее в опыте содержание агрономически ценной фракции (0,25-10 мм), которое в среднем по фонам удобрения составило 79,6 % на вспашке и 80,5 % на вариантах с мелкой обработкой. В зернопропашном

севообороте данный показатель был несколько ниже – 78,0 % на вспашке и 79,3 % на вариантах с мелкой обработкой, а в зернопаропропашном севообороте – соответственно 77,1 % и 78,1%.

Таким образом, включение в плодосменный севооборот эспарцета в течение двух лет способствовало оструктуриванию почвы, а увеличение доли пропашных культур в севооборотах, наоборот, ухудшало структурный состав.

По мнению В.Д. Соловиченко и Г.И. Уварова (2008), коэффициент структурности, показывающий отношение содержания агрономически ценной макроструктуры к суммарной величине пылевой и глыбистой фракций, выступает в качестве интегральной величины, характеризующей структуру почвы. При этом его большая величина указывает на хорошую оструктурированность почвы и ее благоприятные для развития растений агрофизические свойства [10].

В ходе наших исследований наиболее высокий коэффициент структурности был получен в плодосменном севообороте – 4,0 ед. на вспашке и 4,2 ед. на вариантах с мелкой обработкой почвы; в то время как в зернопаропропашном севообороте эти значения составили соответственно 3,6 и 3,9 ед., а в зернопаропропашном – 3,4 и 3,6 ед.

Способ основной обработки почвы также оказывал влияние на ее структурное состояние. Представленные в таблице 5 данные свидетельствуют, что величина коэффициента структурности при минимальной обработке возрастает по сравнению со вспашкой. Во всех изучаемых севооборотах коэффициент структурности на вариантах с мелкой обработкой почвы существенно превышал варианты со вспашкой в среднем по фонам удобрённости.

**Таблица 5 – Структурно-агрегатный состав чернозема типичного в зависимости от видов севооборотов, способов основной обработки почвы и уровней удобренности (ВВВВ озимой пшеницы)**

Внесено на 1 га		Слой почвы, см	Плодосменный севооборот (озимая пшеница)				Зернопаропашной севооборот (озимая пшеница)				Зернопаропропашной севооборот (озимая пшеница)			
Навоз, т (последнействе)	Минеральные удобрения, доза		вспашка		мелкая обработка		вспашка		мелкая обработка		вспашка		мелкая обработка	
			количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*
0	0	0-10	75,5	3,1	76,4	3,2	73,2	2,7	74,3	2,9	72,6	2,6	73,6	2,8
		10-20	76,3	3,2	77,5	3,4	75,2	3,0	77,3	3,4	73,5	2,8	75,4	3,1
		20-30	79,7	3,9	80,2	4,1	77,1	3,4	79,3	3,8	75,2	3,0	76,5	3,3
		30-40	80,9	4,2	81,7	4,5	79,4	3,9	80,2	4,1	78,5	3,7	79,0	3,8
	2 дозы	0-10	76,4	3,2	77,6	3,5	75,8	3,1	77,3	3,4	75,2	3,0	74,5	2,9
		10-20	77,8	3,5	79,1	3,8	76,3	3,2	77,8	3,5	75,8	3,1	76,3	3,2
		20-30	79,6	3,9	80,3	4,1	77,7	3,5	79,0	3,8	76,7	3,3	77,1	3,4
80	0	0-10	79,1	3,8	80,2	4,1	76,8	3,3	77,9	3,5	75,5	3,1	78,3	3,6
		10-20	80,3	4,1	81,4	4,4	78,0	3,5	79,1	3,8	77,1	3,4	79,0	3,8
		20-30	81,1	4,3	81,7	4,5	79,1	3,8	80,0	4,0	77,6	3,5	80,1	4,0
		30-40	81,5	4,4	82,3	4,6	80,3	4,1	81,3	4,3	77,8	3,5	77,9	3,5
	2 дозы	0-10	79,9	4,0	81,2	4,3	79,3	3,8	80,7	4,2	78,5	3,7	80,5	4,1
		10-20	81,2	4,3	81,8	4,5	79,9	4,0	80,9	4,2	80,0	4,0	80,6	4,2
		20-30	81,5	4,4	81,9	4,5	80,5	4,1	81,0	4,3	80,3	4,1	80,8	4,2
30-40	82,1	4,6	82,8	4,8	80,5	4,1	81,3	4,3	80,0	4,0	81,5	4,4		
	<b>Среднее по фонам удобренности</b>	<b>0-40</b>	<b>79,6</b>	<b>4,0</b>	<b>80,5</b>	<b>4,2</b>	<b>78,0</b>	<b>3,6</b>	<b>79,3</b>	<b>3,9</b>	<b>77,1</b>	<b>3,4</b>	<b>78,1</b>	<b>3,6</b>
К* – коэффициент структурности, ед.			НСР <sub>05</sub> для фактора А (севооборот)								0,2			
			НСР <sub>05</sub> для фактора В (обработка почвы)								0,2			
			НСР <sub>05</sub> для фактора С (фон удобренности)								0,3			

Внесение минеральных удобрений в опыте сохраняло намечившиеся тенденции при незначительном увеличении абсолютных величин коэффициента структурности.

Что касается органических удобрений, то они в значительной степени улучшали структурный состав почвы. Однако максимальное значение коэффициента структурности отмечено на вариантах с применением минеральных удобрений на фоне последействия 80 т/га навоза.

При использовании органо-минеральной системы удобрения величина коэффициента структурности в пахотном слое почвы составляла около 3,8-4,5 ед., а в подпахотном слое 4,0-4,8 ед. Наилучшие показатели структуры почвы отмечены в плодосменном севообороте при минимальном способе обработки.

К моменту начала уборки озимой пшеницы все намечившиеся тенденции в изменении структурно-агрегатного состава чернозема типичного сохранились (таблица 6).

В целом по опыту к уборке озимой пшеницы прослеживалось незначительное ухудшение структуры почвы, связанное с увеличением содержания глыбистой фракции на фоне уменьшения количества агрономически ценных частиц. Это можно объяснить влиянием засушливых погодных условий в период вегетации озимой пшеницы, а также уплотнением почвы под воздействием сельскохозяйственной техники. Исключение составил плодосменный севооборот, где структурно-



агрегатный состав почвы практически не изменился на варианте с мелкой обработкой почвы, коэффициент структурности составил 4,1 ед.

**Таблица 6 – Структурно-агрегатный состав чернозема типичного в зависимости от видов севооборотов, способов основной обработки почвы и уровней удобрения (перед уборкой озимой пшеницы)**

Внесено на 1 га		Слой почвы, см	Плodosменный севооборот (озимая пшеница)				Зернопропашной севооборот (озимая пшеница)				Зернопаропашной севооборот (озимая пшеница)			
Навоз, т (последствие)	Минеральные удобрения, доза		вспашка		мелкая обработка		вспашка		мелкая обработка		вспашка		мелкая обработка	
			количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*	количество частиц 0,25-10 мм, %	К*
0	0	0-10	74,9	3,0	75,8	3,1	74,5	2,9	75,5	3,1	74,2	2,9	74,8	3,0
		10-20	75,4	3,1	76,1	3,2	74,9	3,0	75,4	3,1	75,1	3,0	75,4	3,1
		20-30	75,8	3,1	77,2	3,4	75,6	3,1	76,2	3,2	76,0	3,2	76,5	3,3
		30-40	76,9	3,3	78,5	3,7	76,4	3,2	78,0	3,5	77,1	3,4	78,0	3,5
	2 дозы	0-10	76,1	3,2	77,1	3,4	75,0	3,0	76,0	3,2	74,8	3,0	75,2	3,0
		10-20	77,0	3,3	79,0	3,8	75,1	3,0	77,4	3,4	75,1	3,0	76,1	3,2
		20-30	77,5	3,4	80,2	4,1	76,3	3,2	77,6	3,5	76,2	3,2	77,0	3,3
80	0	0-10	80,4	4,1	80,6	4,2	77,3	3,4	76,3	3,2	74,5	2,9	75,9	3,1
		10-20	81,6	4,4	81,9	4,5	78,1	3,6	78,3	3,6	75,0	3,0	76,0	3,2
		20-30	81,9	4,5	82,6	4,7	78,9	3,7	81,3	4,3	75,8	3,1	77,3	3,4
		30-40	82,3	4,6	81,9	4,5	79,5	3,9	82,0	4,6	76,3	3,2	78,0	3,5
	2 дозы	0-10	81,1	4,3	81,3	4,3	77,2	3,4	78,1	3,6	75,4	3,1	76,2	3,2
		10-20	81,5	4,4	81,7	4,5	78,0	3,5	78,4	3,6	75,9	3,1	77,3	3,4
		20-30	80,0	4,0	82,0	4,6	78,4	3,6	81,5	4,4	76,5	3,3	78,1	3,6
Среднее по фонам удобрения	0-40	78,9	3,8	80,0	4,1	77,0	3,4	78,3	3,7	75,9	3,2	77,0	3,4	
		К* – коэффициент структурности, ед.									НСР <sub>05</sub> для фактора А (севооборот)		0,2	
									НСР <sub>05</sub> для фактора В (обработка почвы)		0,2			
									НСР <sub>05</sub> для фактора С (фон удобрения)		0,3			

В ходе наших исследований, проведенных на базе стационарного полевого опыта Белгородского ФАНЦ РАН было также изучено влияние севооборотов, способов основной обработки почвы и удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Анализируя данные, приведенные в таблицах 7-9, можно отметить, что изучаемые севообороты, при прочих равных условиях (способ обработки почвы, фон удобрения), оказали непосредственное влияние на продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур. В частности, наиболее высокие в опыте урожаи озимой пшеницы (32,3-35,0 ц/га) были получены в зернопропашном и зернопаропашном севооборотах при совместном внесении органических и минеральных удобрений.

Максимальная урожайность сахарной свеклы была отмечена в плodosменном севообороте на вариантах с совместным применением органики и минеральных удобрений, по вспашке она составила 442,5 ц/га и 415,7 ц/га – по мелкой обработке почвы. Наименьшую урожайность данной культуры получили в зернопаропашном севообороте – 367,5 и 359,1 ц/га соответственно по вариантам со вспашкой и минимальной обработкой при использовании органо-минеральной системы удобрения.

**Таблица 7 – Урожайность сельскохозяйственных культур плodosменного севооборота и сбор кормопroteinных единиц (КПЕ) при разных способах обработки почвы и уровнях удобрения**

Культуры	Внесено удобрений		Урожайность, ц/га		Урожайность, ц/га КПЕ	
	навоз, т/га	НПК, кг/га д.в.*	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка
Многолетние травы 1-го года пользования	0	-	13,6	10,3	11,2	8,5
		N <sub>100</sub> P <sub>260</sub> K <sub>260</sub>	23,1	19,5	19,1	16,1
	80	-	17,5	15,9	14,4	13,1
		N <sub>100</sub> P <sub>260</sub> K <sub>260</sub>	25,2	20,0	20,8	16,5
Многолетние травы 2-го года пользования	0	-	16,1	18,2	13,3	15,0
		N <sub>100</sub> P <sub>260</sub> K <sub>260</sub>	23,1	25,7	19,1	21,2

	80	-	22,5	21,3	18,6	17,6
		N <sub>100</sub> P <sub>260</sub> K <sub>260</sub>	37,8	35,4	31,2	29,2
Озимая пшеница	0	0	14,3	15,0	16,9	17,8
		N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	20,8	21,3	24,6	25,2
	80	0	22,5	23,2	26,7	27,5
		N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	30,7	32,1	36,4	38,0
Сахарная свекла	0	0	240,7	230,8	44,5	42,7
		N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	315,2	303,5	58,3	56,1
	80	0	350,1	328,6	64,8	60,8
		N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	442,5	415,7	81,9	76,9
Ячмень + многолетние травы	0	0	14,2	17,0	14,3	17,2
		N <sub>100</sub> P <sub>260</sub> K <sub>260</sub>	20,2	22,3	20,4	22,5
	80	0	20,7	20,7	20,9	20,9
		N <sub>100</sub> P <sub>260</sub> K <sub>260</sub>	24,8	26,7	25,0	27,0

\* за ротацию севооборота на 1 га севооборотной площади вносится N<sub>84</sub>P<sub>124</sub>K<sub>124</sub>

В целом по опыту прослеживается влияние основной обработки почвы на величину урожая возделываемых культур. Как свидетельствуют данные, приведенные в таблицах 7-9, во всех изученных в данном опыте севооборотах более высокая урожайность пропашных культур (сахарная свекла, кукуруза на зерно и силос) формировалась, как правило, на вспашке, тогда как культуры сплошного способа сева (озимые и яровые зерновые) более высокий урожай формировали по вариантам с мелкой обработкой почвы. Так, в плодосменном севообороте в среднем по фонам удобренности урожайность сахарной свеклы по вспашке составила 337,1 ц/га, а при мелкой обработке – только 319,7 ц/га. В зернопропашном севообороте на вспашке получено 318,2 ц/га корнеплодов сахарной свеклы против 310,2 ц/га на вариантах с мелкой обработкой; в зернопропашном севообороте, соответственно, 304,7 ц/га против 300,9 ц/га.

Применение удобрений в опыте способствовало существенному повышению урожайности культур. Наибольшие урожаи возделываемых культур в данном опыте были получены на вариантах с внесением минеральных удобрений на фоне последствия (или действия) навоза. В частности, урожайность озимой пшеницы в зернопропашном севообороте на контроле (без внесения удобрений) в среднем по способам обработки составила 16,4 ц/га.

**Таблица 8 – Урожайность сельскохозяйственных культур зернопропашного севооборота и сбор кормопroteinных единиц (КПЕ) при разных способах обработки почвы и уровнях удобренности**

Культуры	Внесено удобрений		Урожайность, ц/га		Урожайность, ц/га КПЕ	
	навоз, т/га	NPK, кг/га д.в.*	вспашка	мелкая обработка	вспашка	мелкая обработка
Горох (зерно)	0	0	17,0	12,0	26,5	18,7
		N <sub>40</sub> P <sub>104</sub> K <sub>104</sub>	21,0	25,0	32,8	39,0
	80	0	20,3	12,7	31,7	19,8
		N <sub>40</sub> P <sub>104</sub> K <sub>104</sub>	25,4	25,5	39,6	39,8
Озимая пшеница	0	0	15,5	17,3	18,4	20,5
		N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	22,8	25,4	27,0	30,1
	80	0	20,1	22,3	23,8	26,4
		N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	32,3	34,0	38,3	40,3
Сахарная свекла	0	0	230,1	224,5	42,6	41,5
		N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	324,2	309,7	60,0	57,3
	80	0	337,4	342,2	62,4	63,3
		N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	380,9	364,4	70,5	67,4
Ячмень	0	0	12,9	14,2	13,0	14,3
		N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	16,7	18,2	16,9	18,4
	80	0	16,3	18,2	16,5	18,4
		N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	21,1	24,6	21,3	24,8
Кукуруза на силос	0	0	266,0	260,0	53,2	52,0
		N <sub>140</sub> P <sub>140</sub> K <sub>140</sub>	367,0	365,0	73,4	73,0
	80	0	370,0	356,0	74,0	71,2
		N <sub>140</sub> P <sub>140</sub> K <sub>140</sub>	486,0	427,0	97,2	85,4

\* за ротацию севооборота на 1 га севооборотной площади вносится N<sub>124</sub>P<sub>124</sub>K<sub>124</sub>

Внесение минеральных удобрений способствовало росту урожайности озимой пшеницы на 7,3-8,1 ц/га. По вариантам с использованием последствия 80 т/га навоза прибавка урожайности в среднем по обработкам относительно контроля составила 4,8 ц/га. Максимальная прибавка – 16,8 ц/га – была получена на варианте с органо-минеральной системой удобрения. Подобные тенденции повышения продуктивности в зависимости от фона удобренности прослеживались в изученных севооборотах по всем культурам.

**Таблица 9 – Урожайность сельскохозяйственных культур зернопаропропашного севооборота и сбор кормопroteinиновых единиц (КПЕ) при разных способах обработки почвы и уровнях удобрённости**

Культуры	Внесено удобрений		Урожайность, ц/га		Урожайность, ц/га КПЕ	
	навоз, т/га	НPK, кг/га д.в.*	навоз, т/га	НPK, кг/га д.в.*	вспашка	мелкая обработка
Черный пар	0	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
	80	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Озимая пшеница	0	0	15,4	16,2	18,2	19,2
		N <sub>40</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	23,5	26,1	27,8	30,9
	80	0	21,8	22,3	25,8	26,4
		N <sub>40</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	33,4	35,0	39,6	41,5
Сахарная свекла	0	0	219,3	225,1	40,6	41,6
		N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	308,7	300,4	57,1	55,6
	80	0	323,1	318,9	59,8	59,0
		N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	367,5	359,1	68,0	66,4
Кукуруза на силос	0	0	266,0	260,0	53,2	52,0
		N <sub>140</sub> P <sub>140</sub> K <sub>140</sub>	367,0	365,0	73,4	73,0
	80	0	370,0	356,0	74,0	71,2
		N <sub>140</sub> P <sub>140</sub> K <sub>140</sub>	486,0	427,0	97,2	85,4
Кукуруза на зерно	0	0	44,7	48,9	47,4	51,8
		N <sub>140</sub> P <sub>140</sub> K <sub>140</sub>	71,2	77,4	75,5	82,0
	80	0	74,3	63,0	78,8	66,8
		N <sub>140</sub> P <sub>140</sub> K <sub>140</sub>	90,7	94,0	96,1	99,6

\* за ротацию севооборота на 1 га севооборотной площади вносится N<sub>104</sub>P<sub>124</sub>K<sub>124</sub>

В ходе исследований была проведена сравнительная оценка продуктивности изучаемых севооборотов при различных способах основной обработки почвы и уровнях удобрённости (табл. 10). Для оценки продуктивности использовался показатель сбора кормопroteinиновых единиц (КПЕ), учитывающий урожайность культур, содержание кормовых единиц и переваримого протеина.

Как следует из приведенных данных, продуктивность изучаемых в опыте севооборотов зависела от уровней удобрённости и способов основной обработки почвы. На вариантах опыта без внесения удобрений продуктивность всех севооборотов была наименьшей 20,1-31,9 ц/га КПЕ на вспашке и 20,2-32,9 ц/га КПЕ на вариантах с мелкой обработкой. Минеральные удобрения способствовали росту продуктивности плодосменного севооборота на 8,0-8,2ц/га КПЕ, зернопропашного севооборота на 11,3-14,2 ц/га КПЕ, зернопаропропашного на 14,9-15,4 ц/га КПЕ.

Внесение 16 т навоза на 1 га севооборотной площади способствовало росту продуктивности плодосменного севооборота на варианте со вспашкой на 9,0 ц/га КПЕ и на 7,8 ц/га КПЕ на варианте с мелкой обработкой. Применение органических удобрений в зернопропашном севообороте увеличивало продуктивность на 11,0 ц/га КПЕ на вспашке и на 10,4 ц/га КПЕ на варианте с мелкой обработкой.

Наибольший рост продуктивности от применения органики отмечен в зернопаропропашном севообороте: 15,8 ц/га КПЕ при глубокой обработке почвы и 11,8 ц/га КПЕ при мелкой обработке.

**Таблица 10 – Продуктивность севооборотов при различных способах обработки почвы и уровнях удобрённости, ц/га КПЕ**

Севообороты	Внесено удобрений на 1 га севооборотной площади		Способы основной обработки почвы	
	навоз, т	НPK, кг д.в.	вспашка	мелкая обработка
Плодосменный	0	0	20,1	20,2
		N <sub>84</sub> P <sub>124</sub> K <sub>124</sub>	28,3	28,2
	16	0	29,1	28,0
		N <sub>84</sub> P <sub>124</sub> K <sub>124</sub>	39,1	37,5
На 1 га севооборотной площади			29,1	28,5
Зерно-пропашной	0	0	30,7	29,4
		N <sub>124</sub> P <sub>124</sub> K <sub>124</sub>	42,0	43,6
	16	0	41,7	39,8
		N <sub>124</sub> P <sub>124</sub> K <sub>124</sub>	53,4	51,5
На 1 га севооборотной площади			41,9	41,1
Зернопаро-пропашной	0	0	31,9	32,9
		N <sub>104</sub> P <sub>124</sub> K <sub>124</sub>	46,8	48,3
	16	0	47,7	44,7
		N <sub>104</sub> P <sub>124</sub> K <sub>124</sub>	60,2	58,6
На 1 га севооборотной площади			46,6	46,1

Совместное применение минеральных и органических удобрений способствовало существенному росту продуктивности изучаемых севооборотов. Так, при органо-минеральной системе удобрения продуктивность плодосменного севооборота возрастала на 19,0 ц/га КПЕ на вспашке и на 17,3 ц/га КПЕ на варианте с мелкой обработкой почвы.

В зернопропашном севообороте темпы роста продуктивности были несколько выше: 22,7 ц/га КПЕ при вспашке и 22,1 ц/га КПЕ при мелкой обработке. Наибольшую прибавку продуктивности от совместного применения органических и минеральных удобрений обеспечил зернопаропропашный севооборот: 28,3 ц/га КПЕ и 25,7 ц/га КПЕ, соответственно.

Следует отметить, что в расчете на 1 га севооборотной площади продуктивность пропашных севооборотов в опыте была выше на 12,6-17,6 ц/га КПЕ по сравнению с плодосменным севооборотом, и находилась в пределах 41,1-46,6 ц/га КПЕ с большей величиной при вспашке. Такой рост продуктивности отчасти объясняется включением в состав пропашных севооборотов кукурузы на зерно и силос. Данная культура сформировала при сложившихся метеоусловиях значительный урожай зерна и силосной массы и, благодаря высокой питательной ценности, обеспечила хороший сбор кормопroteinовых единиц с 1 га, что отразилось на продуктивности всего севооборота в целом.

**Заключение.** Выполнив анализ результатов проведенных исследований, мы сформулировали следующие выводы:

1. На величину запасов продуктивной влаги перед посевом и перед уборкой культур оказали влияние вид севооборота, фоны удобрений и способы основной обработки почвы. Наиболее высокие запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см отмечены в зернопаропропашном севообороте на вариантах с мелкой обработкой почвы. При внесении органических и минеральных удобрений влагообеспеченность культур улучшалась.

2. Плотность пахотного слоя почвы в пропашных севооборотах была ниже в сравнении с плодосменным севооборотом. Уменьшение плотности почвы наблюдалось на вариантах с мелкой обработкой. Также способствовало разуплотнению пахотного горизонта почв внесение удобрений, причем, как одних минеральных, так и, особенно, органических и органо-минеральных.

3. Вид севооборота во многом определял структурно-агрегатный состав почвы. Наибольший коэффициент структурности на момент возобновления вегетации озимой пшеницы отмечался в плодосменном севообороте: 4,0 ед. на вспашке и 4,2 ед. – на вариантах с мелкой обработкой почвы. В то время как в зернопропашном севообороте эти значения составили, соответственно, 3,6 и 3,9 ед., а в зернопаропропашном – 3,4 и 3,6 ед. Способ основной обработки также оказал влияние на структурное состояние почвы: минимальная обработка благоприятствовала росту величины коэффициента структурности в сравнении со вспашкой. Внесение органических удобрений также в значительной степени способствовало улучшению структурно-агрегатного состава почвы.

4. Изученные в опыте севообороты, при прочих равных условиях (способы обработки почвы, фоны удобрений), существенно влияли на формирование урожая возделываемых в них культур. Наибольшая в опыте урожайность озимой пшеницы (32,3-35,0 ц/га) получена в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах при совместном применении органических и минеральных удобрений. В целом по опыту четко прослеживалось влияние способов основной обработки почвы на урожайность: во всех изучаемых севооборотах пропашные культуры сформировали больший урожай, как правило, на вспашке, а культуры сплошного сева имели преимущество в урожайности на вариантах с мелкой обработкой почвы.

5. Продуктивность изучаемых в опыте севооборотов зависела от уровней удобрений и способов основной обработки почвы. Наибольшая продуктивность получена на вспашке в зернопаропропашном севообороте при внесении 16 т/га навоза и  $N_{104}P_{124}K_{124} - 60,2$  ц/га КПЕ.

6. В пересчете на 1 га севооборотной площади продуктивность пропашных севооборотов по сравнению с плодосменным в опыте была выше на 12,6-17,6 ц/га КПЕ, составила 41,1-46,6 ц/га КПЕ с большими абсолютными значениями на вариантах со вспашкой.

#### Библиография

1. Котлярова О.Г. Плодородие агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны: Монография / О. Г. Котлярова, Г. И. Уваров, Е.Г. Котлярова. – Белгород : Изд-во БелГСХА, 2004. – 277 с.
2. Линков Н.А. Изменение водопотребления озимой пшеницы и запасов продуктивной влаги под влиянием севооборотов, способов основной обработки почвы и удобрений / Н. А. Линков, С. А. Линков, А. В. Акинчин, Л. Н. Кузнецова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 6. – С. 47–48.
3. Лицуков С.Д. Изменение агрофизических показателей плодородия в зависимости от способа обработки почвы / С. Д. Лицуков, А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 30–33.
4. Ширяева Н.В. Структурное состояние почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам / Н. В. Ширяева, А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова, А. Г. Ступаков, А. О. Симашева, К. К. Хакимова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2018. – № 3 (19). – С. 116–122.
5. Линков С.А. Влияние систем обработки почвы на агрофизические свойства черноземов / С. А. Линков, А. В. Ширяев, А. В. Акинчин, Л. Н. Кузнецова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4. – С. 211–218.
6. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 383 с.
7. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
8. Бахтин П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР / П. У. Бахтин. – М. : Колос, 1969. – С. 13–27.
9. Нарциссов В.П. Научные основы систем земледелия / В. П. Нарциссов. – 2 изд. – М. : Колос, 1982. – 328 с.
10. Соловиченко В.Д. Деградиционные процессы почв Белгородской области и мероприятия по их устранению / В. Д. Соловиченко, Г. И. Уваров. – Белгород : «Отчий край», 2008. – 80 с.

#### References

1. Kotlyarova O.G. Fertility of agricultural landscapes of the Central Chernozem zone: Monograph / O. G. Kotlyarova, G. I. Uvarov, E. G. Kotlyarova. – Belgorod : Publishing House of the BelGSHA, 2004. – 277 p.
2. Linkov N.A. Changes in winter wheat water consumption and productive moisture reserves under the influence of crop rotations, methods of basic tillage and fertilizers / N. A. Linkov, S. A. Linkov, A. V. Akinchin, L. N. Kuznetsova // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2012. – № 6. – Pp. 47–48.

3. Litsukov S.D. Change of agrophysical indicators of fertility depending on the method of tillage / S. D. Litsukov, A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova // Sugar beet. – 2016. – № 2. – Pp. 30–33.
4. Shiryayeva N.V. The structural state of the soil during the cultivation of winter wheat according to different predecessors / N. V. Shiryayeva, A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova, A. G. Stupakov, A. O. Simasheva, K. K. Khakimova // Innovations in agriculture: problems and prospects. – Belgorod, 2018. – № 3 (19). – Pp. 116–122.
5. Linkov S.A. Influence of tillage systems on agrophysical properties of chernozems / S. A. Linkov, A. V. Shiryayev, A. V. Akinchin, L. N. Kuznetsova // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2019. – № 4. – Pp. 211–218.
6. Dospekhov B.A. Practicum on agriculture / B. A. Dospekhov. – M. : Agropromizdat, 1987. – 383 p.
7. Vadyunina A.F. Methods of investigation of physical properties of soils / A. F. Vadyunina, Z. A. Korchagina. – M. : Agropromizdat, 1986. – 416 p.
8. Bakhtin P.U. Studies of physico-mechanical and technological properties of the main types of soils of the USSR / P. U. Bakhtin. – M. : Kolos, 1969. – P. 13–27.
9. Narcissov V.P. Scientific foundations of farming systems / V. P. Narcissov. – 2nd ed. – Moscow : Kolos, 1982. – 328 p.
10. Solovichenko V.D. Soil degradation processes in the Belgorod region and measures to eliminate them / V. D. Solovichenko, G. I. Uvarov. – Belgorod: «Fatherland», 2008. – 80 p.

#### Сведения об авторах

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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, e-mail: linkovserg@yandex.ru, тел. 8(4722) 38-15-25.

Палий Алексей Олегович, преподаватель агрономического факультета, 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, e-mail: A89087879110@yandex.ru, тел. 8(4722) 38-15-25.

Линков Николай Александрович, e-mail: nik-linkov@yandex.ru, телефон +7-905-170-41-35.

Морозова Тамара Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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, e-mail: Morozova\_TS@bsaa.edu.ru, тел. 8(4722) 39-26-68.

#### Information about authors

Linkov Sergey Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: linkovserg@yandex.ru, tel. 8(4722) 38-15-25.

Paliy Alexey Olegovich, teacher of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: A89087879110@yandex.ru, tel. 8(4722) 38-15-25.

Linkov Nikolay Aleksandrovich, e-mail: nik-linkov@yandex.ru, phone +7-905-170-41-35.

Morozova Tamara Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: Morozova\_TS@bsaa.edu.ru, tel. 8(4722) 39-26-68.

УДК 631.432:631.51.01

С.А. Линков, А.В. Ширяев, А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, Т.С. Морозова

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА УЧАСТКАХ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**Аннотация.** При использовании технологии No-till происходят изменения взаимоотношений в системе «сельскохозяйственные культуры – почва – внешняя среда». Как показали исследования, применение технологии No-till на чернозёмных почвах Корочанского района не приводило к заметному увеличению их плотности при весенней вегетации растений. В целом по опыту плотность почвы на участках с технологией No-till в слоях 0-10 и 10-20 см была ниже, чем по традиционной обработке на 0,05 г/см<sup>3</sup>. В нижележащих слоях плотнее почва была под необработанными участками. Наиболее уплотненным в опыте оказался слой 10-20 см, плотность которого составила 1,35 г/см<sup>3</sup> на участках с No-till и 1,40 г/см<sup>3</sup> – на участках с традиционной обработкой, а наименее уплотненным – слой 0-10 см – 1,13 и 1,18 г/см<sup>3</sup> соответственно. В среднем по слою почвы 0-40 см всех исследуемых участков плотность по No-till составила 1,28 г/см<sup>3</sup>, а по участкам с традиционной обработкой – 1,29 г/см<sup>3</sup>. Применение технологии No-till не приводило к ухудшению структурного состояния почвы, коэффициент структурности на необрабатываемых участках был выше на 0,37. На необработанных вариантах в среднем в слое почвы 0-40 см структура оценивалась как отличная и коэффициент структурности составил 3,82. На обработанных почвах структурное состояние также было отличным, но коэффициент структурности при этом несколько ниже – 3,45. В пахотном слое почвы водоустойчивость структурных агрегатов в необрабатываемой почве была немного ниже, чем в обрабатываемой (38 и 41 % соответственно). В среднем по опыту применение технологии No-till не приводило к ухудшению водоустойчивости почвенных агрегатов. Различия между изучаемыми технологиями по запасам влаги в слое 0-100 см также были незначительными: 98 мм на участках с No-till и 93 мм на участках с традиционной обработкой, что характеризует их как удовлетворительные.

**Ключевые слова:** почвенная структура, No-till, традиционная обработка почвы, коэффициент структурности, плотность почвы, водопрочность структуры, запасы влаги, влажность почвы.

## ASSESSMENT OF THE STATE OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES IN AREAS WITH DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS

**Abstract.** When using No-till technology, there are changes in the relationship in the system «agricultural crops – soil – external environment». Studies have shown that the use of No-till technology on chernozem soils of the Korochansky district did not lead to a noticeable increase in their density during the spring vegetation of plants. In general, according to experience, the soil density in areas with No-till technology in layers of 0-10 and 10-20 cm was lower than in traditional processing by 0.05 g/cm<sup>3</sup>. In the underlying layers, the soil was denser under untreated areas. The most compacted layer in the experiment was 10-20 cm, the density of which was 1.35 g/cm<sup>3</sup> in areas with No-till and 1.40 g/cm<sup>3</sup> in areas with traditional processing, and the least compacted layer was 0-10 cm – 1.13 and 1.18 g/cm<sup>3</sup>, respectively. On average, the No-till density was 1.28 g/cm<sup>3</sup> for the 0-40 cm soil layer of all the studied sites, and 1.29 g/cm<sup>3</sup> for sites with traditional treatment. The use of No-till technology did not lead to a deterioration in the structural condition of the soil, the structural coefficient in untreated areas was 0.37 higher. On the untreated variants, on average, in the 0-40 cm soil layer, the structure was assessed as excellent and the structural coefficient was 3.82. On the treated soils, the structural condition was also excellent, but the structural coefficient was slightly lower – 3.45. In the arable soil layer, the water resistance of structural aggregates in untreated soil was slightly lower than in cultivated soil (38 and 41 %, respectively). On average, according to experience, the use of No-till technology did not lead to a deterioration in the waterproofness of soil aggregates. The differences between the studied technologies in terms of moisture reserves in the 0-100 cm layer were also insignificant: 98 mm in areas with No-till and 93 mm in areas with traditional processing, which characterizes them as satisfactory.

**Keywords:** soil structure, No-till, traditional tillage, structural coefficient, soil density, water strength of the structure, moisture reserves, soil moisture.

**Введение.** Важнейшая задача растениеводства – повышение продуктивности возделываемых культур и эффективное использование земли. С.Д. Лицуков (6, 8) отмечает: «Агрофизические и агрохимические свойства почв и физические процессы, протекающие в них, относятся к числу важнейших факторов формирования почвенного плодородия, которое по результатам мониторинга, проводимого учреждениями агрохимической службы, в последние десятилетия постоянно снижается».

По мнению С.Д. Лицукова с соавторами (8): «Падение почвенного плодородия вызвано недостаточным применением органических и минеральных удобрений или их несбалансированностью, неэффективностью использования растительных остатков на удобрение, увеличением доли пропашных культур в структуре посевов, необоснованно повышенной интенсивностью обработки почв и др».

Наработанный практический опыт показывает, что применение технологии No-till способствует повышению плодородия почвы. Кроме того, В.А. Небавский (5) отмечает: «При использовании нулевой технологии происходят другие изменения взаимоотношений в системе «Сельскохозяйственные культуры – почва – внешняя среда». А.В. Ширяев пишет: «Запас продуктивной влаги, плотность почвы, динамика основных элементов почвенного плодородия в пахотном слое могут меняться в зависимости и от предшественника и сорта [1, 2, 3]. При этом А.В. Ширяев указывает: «Более полную и объективную характеристику того, как влияют культуры и система No-till на водный режим почвы дает ее определение в метровом слое [4, 7]. Кроме того, С.Д. Лицуков (6, 8) отмечает: «От наличия влаги в почве зависит эффективность минеральных удобрений».

Для анализа агрофизических показателей плодородия почвы образцы отбирались на 10 реперных участках, 5 из которых находились на полях хозяйства «Мясные фермы «Искра», применяющего технологию No-till. Другие пять участков находились на ближайших к этому хозяйству полях ООО «Агрохолдинг Корочанский», холдинга «Русагро» и фермерского хозяйства (ИП Анисимов). В этих хозяйствах применяются различные по интенсивности технологии выращивания сельскохозяйственных культур, предусматривающие обработку почвы.

**Цель и задачи.** Целью наших исследований был анализ выявления различных технологий обработки почвы, в том числе и технологии No-till, на ее агрофизическое состояние.

Исходя из целей, в задачи исследований входило:

- определение плотности почвы;
- определение агрегатного состояния почв и расчет коэффициента структурности;
- определение водопрочности структурных агрегатов;
- определение влажности почвы и запасы влаги.

**Материалы и методы.** В опыте проводились следующие учёт и наблюдения:

- плотность почвы методом «режущего» кольца в начале и при окончании вегетационного периода;
- определение агрегатного состояния почв путём сухого просеивания через колонку сит с отверстиями диаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм по методу Н.И. Саввинова;
- водопрочность структурных агрегатов по методике Н.И. Никольского (в спокойной воде).
- влажности почвы термостатно-весовым методом в слоях почвы 0-10; 10-20; 20-30; 30-50; 50-70; 70-100 см;

**Результаты и обсуждение.** А.В. Ширяев с соавторами (7) пишет: «Плотность почвы имеет высокое агрономическое значение, она влияет на рост и развитие растений и жизнедеятельность почвенной биоты. Сильно уплотненная почва оказывает большое сопротивление развитию корневой системы растений. При уплотнении снижается полевая влагоёмкость, возрастает содержание влаги, недоступной для растений, ухудшается газообмен в почве. Плотные почвы имеют низкую водопроницаемость, поэтому, поступающая на поверхность вода, плохо впитывается, а при наличии уклона – стекает. Это приводит к развитию эрозионных процессов. Любая технология выращивания культур предполагает движение по полю различных машин и агрегатов, что может повлечь уплотнение почвы. Поэтому контроль за состоянием плотности почвы является необходимым условием энергосберегающих технологий».

В своих исследованиях оценку степени уплотнения почв проводили по шкале С.И. Долгова (для почв с содержанием гумуса более 4 %) (табл. 1).

В весенний период анализ степени уплотнения необрабатываемой почвы (участок № 1) показал, что она колебалась от плотной (слой 0-10) до очень плотной (10-20 см) – 1,28-1,40 г/см<sup>3</sup>. В среднем в слое 0-40 см – 1,34 г/см<sup>3</sup>, что характеризует почву как очень плотную.

**Таблица 1 – Плотность почвы в начале вегетации, г/см<sup>3</sup>(в среднем за 2021-2022 гг.)**

Слой, см	Номер реперного участка										В среднем по участкам с No-till	В среднем по участкам с традиционной обработкой
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0-10	1,28	1,17	1,12	1,13	1,08	1,33	0,96	1,14	1,20	1,13	1,13	1,18
10-20	1,40	1,31	1,47	1,38	1,34	1,45	1,22	1,46	1,30	1,39	1,35	1,40
20-40	1,34	1,38	1,51	1,42	1,34	1,16	1,22	1,11	1,32	1,39	1,35	1,29
<b>0-40</b>	<b>1,34</b>	<b>1,28</b>	<b>1,37</b>	<b>1,31</b>	<b>1,25</b>	<b>1,31</b>	<b>1,13</b>	<b>1,24</b>	<b>1,27</b>	<b>1,30</b>	<b>1,28</b>	<b>1,29</b>

Рядом расположенный участок № 2 (фермерское хозяйство ИП Анисимова) отличался более рыхлым верхним слоем почвы: слой 0-10 см имел плотность 1,17 г/см<sup>3</sup> (среднеплотная), тогда как более глубокие слои характеризовались как очень плотные (1,31-1,38 г/см<sup>3</sup>). В среднем в слое почвы 0-40 см степень уплотнения была ниже, чем на участке № 1 – 1,28 г/см<sup>3</sup> (плотная).

Верхний слой (0-10 см) необрабатываемой почвы (участок № 3) имел среднеплотное сложение – плотность 1,12 г/см<sup>3</sup>, а с глубиной (слой почвы 10-20 см) она увеличивалась до 1,47 г/см<sup>3</sup> и более, что соответствует очень плотной почве. В среднем по слою 0-40 см почва данного участка характеризовалась как очень плотная (1,37 г/см<sup>3</sup>).

Верхний слой (0-10 см) обрабатываемой почвы реперного участка № 4 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») по степени уплотнения характеризовался как среднеплотный (1,13 г/см<sup>3</sup>). В слое 10-20 см плотность почвы значительно возрастала – до 1,38 г/см<sup>3</sup> (очень плотная). В слое 20-40 см данный показатель увеличивался до 1,42 г/см<sup>3</sup>. Почва в слое 0-40 см была очень плотная – 1,31 г/см<sup>3</sup>.

Верхний слой (0-10 см) необрабатываемой почвы участка № 5 по степени уплотнения характеризовался как рыхлый (1,08 г/см<sup>3</sup>). С глубиной плотность почвы повышалась до 1,34 г/см<sup>3</sup> в слое 10-20 и 20-40 см. В целом по исследуемому слою 0-40 см почва данного участка характеризуется как плотная – 1,25 г/см<sup>3</sup>.

В слое 0-10 см почва реперного участка № 6 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») характеризовалась как очень плотная (1,33 г/см<sup>3</sup>), в слое 10-20 см данный показатель повышался до 1,45 г/см<sup>3</sup>, а ниже по профилю, в слое 20-40 см, почва несколько разуплотнялась – до 1,16 г/см<sup>3</sup> (среднеплотная). В среднем по слою 0-40 см почва характеризовалась как очень плотная (1,31 г/см<sup>3</sup>).

Почва поверхностного слоя участка № 7 (No-till) характеризовалась как рыхлая (0,96 г/см<sup>3</sup>), с глубиной плотность повышалась до 1,22 г/см<sup>3</sup> (плотная). В целом в изучаемом слое 0-40 см почва была среднеплотная (1,13 г/см<sup>3</sup>).

По степени уплотнения верхний горизонт пахотного слоя почвы (0-10 см) участка № 8 (агрохолдинг «Русагро») характеризовался среднеплотным сложением (1,14 г/см<sup>3</sup>). В нижерасположенном слое 10-20 см данный показатель резко повышался – до 1,46 г/см<sup>3</sup>. А в слое 20-40 см наблюдалось разуплотнение почвы до 1,11 г/см<sup>3</sup>. По слою 0-40 см плотность почвы составила 1,24 г/см<sup>3</sup>.

Плотность необрабатываемой почвы участка № 9 в слое 0-10 см составляла 1,20 г/см<sup>3</sup>. В слое 10-20 см показатель плотности возрастал до 1,30 г/см<sup>3</sup> (очень плотная почва). В целом по обследованному слою 0-40 см плотность почвы составила 1,27 г/см<sup>3</sup> (плотная почва).

Верхний слой (0-10 см) участка № 10 (агрохолдинг «Русагро») характеризовался средним уплотнением – 1,13 г/см<sup>3</sup>, а в более глубоких слоях (10-20 см) плотность возрастала до 1,39 г/см<sup>3</sup>, что соответствует очень плотной почве. В целом по слою 0-40 см плотность составила 1,30 г/см<sup>3</sup>.

В целом, почвы реперных участков характеризовались как рыхлые (участок 7), плотные (участки 2, 5, 8, 9 и 10) и очень плотные (1, 3, 4 и 6).

В большинстве случаев, у рядом расположенных реперных участков с различными системами обработки почвы существенных различий по плотности выявлено не было. Исключение составили реперные участки 7 и 8, где показатели плотности обрабатываемой почвы были гораздо выше – 1,24 против 1,13 г/см<sup>3</sup> в среднем для слоя 0-40 см.

В целом по опыту, в весенний период плотность почвы на участках с технологией No-till в слоях 0-10 и 10-20 см была ниже, чем по традиционной обработке, на 0,05 г/см<sup>3</sup>. В нижележащих слоях плотнее почва была под необработанными участками.

Наиболее уплотненным в опыте оказался слой 10-20 см, плотность которого составила 1,35 г/см<sup>3</sup> на участках с No-till и 1,40 г/см<sup>3</sup> – на участках с традиционной обработкой, а наименее уплотненным – слой 0-10 см – 1,13 и 1,18 г/см<sup>3</sup> соответственно.

В среднем по слою почвы 0-40 см всех исследуемых участков плотность по No-till составила 1,28 г/см<sup>3</sup>, а по участкам с традиционной обработкой – 1,29 г/см<sup>3</sup>.

А.В. Ширяевым отмечено (3): «Потеря плодородия почв является одной из основных проблем современного земледелия. В почве постоянно протекает два взаимобратных процесса: процесс образования структуры и процесс её разрушения. В естественных фитоценозах эти процессы уравновешены».

Для анализа структурного состояния образцы отбирались в начале и при окончании вегетации из слоев почвы 0-10, 10-20 и 20-40 см (табл. 2).

Анализируя данные структурного состояния на последнюю декаду мая, видим, что на необрабатываемой почве участка № 1 в слое 0-10 см содержание макроструктуры (0,25-10 мм) достигало 51,1 %, а содержание глыбистой фракции – 47,5 %. Коэффициент структурности 2,16, что соответствует отличному агрегатному состоянию. В слое 10-20 см содержание макроструктуры составляло 80,3 %, а содержание глыбистой фракции 17,5 %. Коэффициент структурности 5,14, что соответствует отличному агрегатному состоянию. С увеличением глубины отбора образца до 20-40 см содержание глыбистой фракции заметно повышалось – до 58,1 %, а доля макроструктуры снижалась до 40,1 %, коэффициент структурности составил 1,6. В среднем по слою 0-40 см коэффициент структурности составил 2,99, что указывает на отличное агрегатное состояние.

Структурное состояние обрабатываемой почвы участка № 2 (фермерское хозяйство) в слоях 0-10 и 10-20 см по результатам сухого просеивания оценивалось как отличное (коэффициент структурности 2,1 и 2,7 соответственно), в слое 20-40 см агрономическая ценность структуры возрастала за счет снижения глыбистой фракции до 22,8 % (коэффициент структурности 4,45). Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-10 см – 51,8 %, в слое 10-20 см – 63,35 %, а в слое 20-40 см – 75,9 %. В среднем по слою 0-40 см структурное состояние почвы было отличное – коэффициент структурности составил 3,11.

Сравнивая данные структурного состояния почвы участков № 1 и № 2, отмечаем, что применение традиционной технологии по сравнению с технологией No-till приводило к некоторому ухудшению структурного состояния пахотного слоя почвы, а также к небольшому повышению коэффициента структурности в среднем по слою 0-40 см (3,11 против 2,99).

Структурное состояние необрабатываемой почвы участка № 3 («Мясные фермы «Искра») по результатам сухого просеивания в целом по слою 0-40 см оценивалось как отличное (коэффициент структурности 3,73). Слой 0-10 см характеризовался наилучшей оструктуренностью (коэффициент структурности 4,3). Содержание макроструктуры в слое 0-10 см составляло 76 %, 10-20 см – 67,5 и 20-40 см – 67,5 и 72,9 % соответственно.

Структурное состояние обрабатываемой почвы участка № 4 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») было отличное по всем изученным слоям (коэффициент структурности в среднем по слою 0-40 см 4,41). В слоях 0-10, 10-20 см и 20-40 см содержание агрономически ценных агрегатов составляло 67,1; 82,0 и 78,2 % соответственно.

Сравнивая данные структурного состояния почв участков № 3 и № 4, можно сделать вывод, что применение технологии No-till приводило к понижению коэффициента структурности в 1,2 раза, хотя, в целом по обследованному слою, оставалось в рамках отличного.

**Таблица 2 – Структура почвы (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Варианты	Слой почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)									Коэффициент структурности
		более 10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	менее 0,25	
В среднем по участкам с No-till	0-10	32,63	15,51	14,03	16,24	9,72	8,09	1,13	1,50	1,14	3,28
	10-20	25,06	16,00	14,91	18,38	11,47	9,78	1,21	1,99	1,18	4,06
	20-40	30,78	14,11	13,78	15,88	10,01	10,90	1,35	1,76	1,22	4,12
	<b>0-40</b>	<b>29,49</b>	<b>15,21</b>	<b>14,24</b>	<b>16,83</b>	<b>10,42</b>	<b>9,59</b>	<b>1,23</b>	<b>1,75</b>	<b>1,18</b>	<b>3,82</b>
В среднем по участкам с традиционной обработкой	0-10	34,84	11,89	13,18	12,25	10,07	13,43	1,90	2,75	2,23	2,83
	10-20	28,40	15,79	14,51	15,29	9,91	10,52	1,72	2,12	1,74	3,60
	20-40	24,90	14,66	13,54	16,48	11,45	11,95	3,30	2,10	1,63	3,93
	<b>0-40</b>	<b>29,38</b>	<b>14,11</b>	<b>13,74</b>	<b>14,67</b>	<b>10,48</b>	<b>11,30</b>	<b>2,31</b>	<b>2,32</b>	<b>1,87</b>	<b>3,45</b>



Верхние слои почвы участка № 5 (ООО «Мясные фермы Искра») характеризовались отличным структурным состоянием (коэффициент структурности 4,15 и 4,31). Содержание агрономически ценных агрегатов составляло 75,5 и 73,3 %, а глыбистой фракции – 23,6 и 25,2 %. С глубиной коэффициент структурности существенно повышался и в слое 20-40 см составил 8,2, а содержание глыбистой фракции снизилось до 12,6 %.

Анализ структурного состояния почвы рядом расположенного участка № 6 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») показал, что по результатам сухого просеивания структурное состояние почвы в слое 0-40 см отличное. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-10 см составляло 65,8 %, 10-20 см 68,2 %, а в слое 20-40 см – 73,2 %. Коэффициент структурности в слое 0-10 см был на уровне 2,94, 10-20 см – 3,16, а в слое 20-40 – 3,75.

Таким образом, сравнивая структурное состояние почвы на рядом расположенных участках 5 и 6, можно сделать вывод, что применение технологии No-till в целом приводило к улучшению структурного состояния почвы за счет уменьшения доли глыбистой фракции (коэффициент структурности 5,55 и 3,28 соответственно).

Анализируя структуру необрабатываемой почвы реперного участка № 7 (ООО «Мясные фермы Искра») и рядом расположенного участка № 8 (агрохолдинг «Русагро»), видим, что содержание глыбистой структуры в верхнем слое 0-10 см составляло 40-41 %. По результатам сухого просеивания структурное состояние этого слоя на этих участках характеризовалось как отличное – коэффициент структурности 2,40 и 2,32 соответственно. С увеличением глубины взятия образца до 20-40 см структурное состояние почвы на участках № 7 и № 8 улучшалось (коэффициент структурности 4,14 и 3,94).

Сравнивая данные структурного состояния почв участков № 7 и № 8, следует отметить, что в целом по слою 0-40 см структура необрабатываемой почвы несколько лучше, чем обрабатываемой (коэффициенты структурности 3,35 и 3,26 соответственно).

Анализ структурного состояния почвы на участках № 9 (ООО «Мясные фермы Искра») и № 10 (агрохолдинг «Русагро») показал, что в слое 0-10 см содержание агрономически ценных агрегатов равно 70,3 % и 73,2 %, в слое 10-20 см 75,7 и 64,2 %. Это свидетельствует о отличном состоянии структуры (коэффициент структурности 3,4-3,7 и 4,2-2,9 соответственно).

С увеличением глубины взятия образца до 20-40 см содержание макроструктуры составило 64,4 % и 65,4 % соответственно, что свидетельствует о отличном состоянии структуры (коэффициенты структурности 2,84 и 2,90). В целом по слою 0-40 см коэффициент структурности в необрабатываемой почве был на 0,28 выше, чем в обрабатываемой.

Проанализировав данные по структурному состоянию почвы в весенний период можно сделать вывод, что на необработанных вариантах в среднем в слое почвы 0-40 см структура оценивалась как отличная и коэффициент структурности составил 3,82. На обработанных почвах структурное состояние также соответствовало отличному, коэффициент структурности при этом был несколько ниже – 3,45.

Анализируя данные по водоустойчивости структуры почвы в весенний период, видим, что на необрабатываемой почве участка № 1 в слое 0-10 см водопрочность структуры достигала 28 %, что классифицируется как недостаточно удовлетворительная (табл. 3). В слое 10-20 см водопрочность снижалась до 17 % (неудовлетворительная).

С увеличением глубины отбора образца до 20-40 см наблюдалось дальнейшее ухудшение водопрочности почвенной структуры до 10 %. В среднем по слою 0-40 см водопрочность структуры была неудовлетворительная (18 %).

Водопрочность структурных агрегатов обрабатываемой почвы участка № 2 (фермерское хозяйство) в верхнем слое оценивалась как неудовлетворительная (13 %), в слое 10-20 см – как недостаточно удовлетворительная (22 %), в слое 20-40 см – как неудовлетворительная (16 %). В среднем по слою 0-40 см водопрочность структуры была неудовлетворительная (17 %).

Сравнивая данные структурного состояния почвы участков № 1 и № 2, отмечаем, что технология обработки почвы (традиционная или no-till) практически не оказывала влияния на водоустойчивость структурных агрегатов.

Водопрочность структурных агрегатов необрабатываемой почвы участка № 3 («Мясные фермы «Искра») по результатам наших исследований в целом по слою 0-40 см оценивалась как неудовлетворительная (12 %). Слой 0-10 см характеризовался лучшей водоустойчивостью (14 %), слой 20-40 см – худшей по участку (10 %).

Сравнивая данные водопрочности почвенных агрегатов участков № 3 и № 4, можно сделать вывод, что применение технологии No-till не оказывало отрицательного влияния на анализируемый показатель.

Верхние слои почвы участка № 5 (ООО «Мясные фермы Искра») характеризовались хорошей водоустойчивостью (42 %). С глубиной водопрочность понижалась до недостаточно удовлетворительной, и даже удовлетворительной (21-15 %).

**Таблица 3 – Влияние систем обработки на водоустойчивость агрегатов почвы (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Реперный участок	Слой почвы, см	Водопрочность, %
1 (No-till)	0-10	28
	10-20	17
	20-40	10
	0-40	18
2 (Традиционная обработка)	0-10	13
	10-20	22
	20-40	16
	0-40	17
3 (No-till)	0-10	14
	10-20	12
	20-40	10
	0-40	12
4 (Традиционная обработка)	0-10	17
	10-20	23
	20-40	9
	0-40	16
5 (No-till)	0-10	42
	10-20	21
	20-40	15

	0-40	26
	0-10	48
6 (Традиционная обработка)	10-20	30
	20-40	38
	0-40	39
7 (No-till)	0-10	58
	10-20	46
	20-40	43
	0-40	49
8 (Традиционная обработка)	0-10	19
	10-20	7
	20-40	3
	0-40	10
9 (No-till)	0-10	45
	10-20	47
	20-40	21
	0-40	38
10 (Традиционная обработка)	0-10	34
	10-20	38
	20-40	41
	0-40	38
В среднем по участкам с No-till	0-10	37
	10-20	29
	20-40	20
	0-40	29
В среднем по участкам с традиционной обработкой	0-10	26
	10-20	24
	20-40	21
	0-40	24

Водопрочность структурных агрегатов обрабатываемой почвы участка № 4 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») оценивается как неудовлетворительная в слое почвы 0-10, недостаточно удовлетворительная в слое 10-20 см (23 %), в более глубоких слоях почвы на этом участке водоустойчивость почвенных агрегатов отсутствует.

В слоях 0-40 см содержание водопрочных агрегатов составляло 16 %, что соответствует неудовлетворительной водопрочности.

Анализ структурного состояния почвы рядом расположенного участка № 6 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») показал, что водопрочность почвы в слое 0-40 см удовлетворительная (39 %). Водопрочность в слое 0-10 см составила 48 % (хорошая), в слоях 10-20 и 20-40 см оценивалась как удовлетворительная (30 и 38 % соответственно).

Таким образом, сравнивая структурное состояние почвы на рядом расположенных участках 5 и 6, можно сделать вывод, что применение технологии No-till в целом привело к повышению водоустойчивости почвенной структуры с недостаточно удовлетворительной до удовлетворительной.

Анализируя водопрочность структуры необрабатываемой почвы реперного участка № 7 (ООО «Мясные фермы Искра»), видим, что в верхних слоях 0-10 и 10-20 см она составляла 46-58 % и оценивается как хорошая.

С увеличением глубины взятия образца до 20-40 см водопрочность структурных агрегатов оставалась в том же диапазоне (43 %).

При анализе структуры почвы рядом расположенного участка № 8 (агрохолдинг «Русагро») видим, что ее водопрочность в верхнем слое соответствует неудовлетворительной (19 %), с повышением глубины изучаемого слоя почвы водоустойчивость агрегатов практически отсутствовала (3-7 %).

Сравнивая данные структурного состояния почв участков № 7 и № 8, следует отметить, что в целом по слою 0-40 см структура необрабатываемой почвы значительно лучше, чем обрабатываемой (коэффициенты структурности 49 и 10 % соответственно).

Анализ почвы на участке № 9 (ООО «Мясные фермы Искра») показал, что в слоях 0-10 и 10-20 см водоустойчивость агрегатов составила 45-47 %. Это свидетельствует о хорошем значении показателя. С увеличением глубины взятия образца до 20-40 см водопрочность снижалась до удовлетворительной (21 %).

При анализе структуры почвы рядом расположенного участка № 10 (агрохолдинг «Русагро») установлено удовлетворительное состояние водопрочности агрегатов верхних 0-10 и 10-20-см слоев почвы (34-38 %). С глубиной почва становилась несколько устойчивее к размывающему действию воды (43 %, хорошее состояние).

В целом по слою 0-40 см водоустойчивость структурных агрегатов в необрабатываемой почве была немного ниже, чем в обрабатываемой (38 и 41 % соответственно).

Юго-западная часть ЦЧЗ расположена в зоне неустойчивого увлажнения, и наличие влаги в почве является одним из основных факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур.

Оценка влажности почвы реперных участков в весенний период показала, что данный показатель практически не зависел от технологии обработки почвы как в слое 0-20, так и в слое 0-100 см (табл. 4).

Наименьшая в опыте влажность почвы в слое 0-100 см отмечалась на участке № 2 с традиционной технологией, а также на участках № 7 и № 9 с No-till (17,5-17,7 %), а наибольшая – 23,3 % – на участке № 5 с необрабатываемой почвой. Влажность почвы по профилю также изменялась незначительно и находилась в пределах 17,7-19,9 % на участках с технологией No-till и 17,4-21,1 % – на участках с традиционной обработкой.

**Таблица 4 – Относительная массовая влажность почвы, % (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Слой, см	Номер реперного участка										В среднем по участкам с No-till	В среднем по участкам с традиционной обработкой
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0-10	17,0	16,5	17,7	18,0	24,8	18,8	17,5	18,1	17,8	15,7	19,0	17,4
10-20	18,5	16,5	16,2	17,5	17,3	19,1	17,4	19,4	19,0	16,4	17,7	17,8
20-30	20,6	16,0	18,4	18,6	24,9	20,2	17,1	19,1	17,8	17,2	19,8	18,2
30-50	18,3	15,0	20,2	19,3	24,8	21,5	16,7	20,7	17,8	17,7	19,6	18,8
50-70	18,1	16,3	22,2	35,2	24,1	17,8	17,8	17,5	16,5	18,9	19,7	21,1
70-100	16,5	23,9	23,1	18,3	21,9	16,0	19,7	16,9	18,2	22,3	19,9	19,5
В среднем по слою 0-20 см	17,8	16,5	17,0	17,8	21,0	19,0	17,4	18,8	18,4	16,0	18,3	17,6
В среднем по слою 0-100 см	18,3	17,5	20,2	21,8	23,3	18,9	17,7	18,6	17,7	18,4	19,3	18,8

Общий запас влаги – количество воды (в мм), содержащееся в рассматриваемом слое почвы. Для вычисления их необходимо влажность почвы умножить на плотность и мощность слоя почвы (в метрах), в отношении которого вычисляется запас воды, и полученный результат умножить на десять (табл. 5).

**Таблица 5 – Влияние систем обработки почвы на запасы влаги, мм (в среднем за 2021-2022 гг.)**

Слой, см	Номер реперного участка										В среднем по участкам с No-till	В среднем по участкам с традиционной обработкой
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0-10	21,8	19,3	18,8	20,3	26,8	25,0	16,8	20,6	21,4	17,7	21,1	20,6
10-20	25,9	21,6	23,8	24,2	23,2	27,7	21,2	28,3	24,7	22,8	23,8	24,9
<b>Итого 0-20</b>	<b>47,7</b>	<b>40,9</b>	<b>42,6</b>	<b>44,5</b>	<b>50,0</b>	<b>52,7</b>	<b>38,0</b>	<b>48,9</b>	<b>46,1</b>	<b>40,5</b>	<b>44,9</b>	<b>45,5</b>
20-30	27,6	21,4	27,8	26,4	33,4	23,4	20,9	21,2	23,5	23,9	26,6	23,3
30-50	49,0	41,4	61,0	54,8	66,5	49,9	40,7	46,0	47,0	49,2	52,8	48,3
50-70	37,6	45,0	51,1	70,4	55,4	37,0	43,4	38,2	39,6	49,1	45,4	47,9
70-100	61,4	85,3	72,1	56,5	75,6	63,4	67,4	50,7	64,4	85,0	68,2	68,2
<b>Итого 0-100</b>	<b>223,3</b>	<b>234,0</b>	<b>254,6</b>	<b>252,6</b>	<b>280,9</b>	<b>226,4</b>	<b>210,4</b>	<b>205,0</b>	<b>220,6</b>	<b>247,7</b>	<b>237,9</b>	<b>233,2</b>

Анализ запасов влаги в слое 0-20 см участков с No-till и с традиционной обработкой показал, что существенной разницы между ними нет – данный показатель в среднем составлял 44,9 и 45,5 мм соответственно. Запасы продуктивной влаги в этом слое были удовлетворительными: на уровне 20 мм на участках с No-till и 20,5 мм – на участках с обработкой.

Что касается запасов влаги в слое 0-100 см, то различия между изучаемыми технологиями также были незначительными – всего 4,7 мм в пользу No-till.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое на участках с No-till составили 98 мм, а на участках с обработкой – 93 мм, что характеризует их как удовлетворительные.

Наиболее высокие запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см отмечены в почвах участков с No-till 3 и 5 – 114,0 и 114,1 мм соответственно, характеризуются как хорошие. Тогда как в метровом слое почвы необработываемого участка № 7 данный показатель был наименьшим в опыте – 70,0 мм, что соответствует плохой обеспеченности влагой.

**Заключение.** Проанализировав данные по агрофизическим показателям плодородия почвы, можно сделать следующие выводы:

- плотность является вариабельным показателем, зависящим от многих факторов и применение технологии No-till на чернозёмных почвах Корочанского района не приводило к заметному увеличению их плотности в весенний период.
- применение технологии No-till не приводило к ухудшению структурного состояния почвы, коэффициент структурности на необрабатываемых участках был выше на 0,37.
- в среднем по опыту применение технологии No-till не приводило к ухудшению водоустойчивости почвенных агрегатов.
- в целом за вегетационный период, применение технологии No-till на чернозёмных почвах Корочанского района не приводило к накоплению меньшего количества влаги в почве, разница находилась в пределах ошибки опыта.

#### Библиография

1. Ширяев А.В. Водопрочность почвенных агрегатов в зависимости от системы обработки почвы / А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства». XVII международная научно-производственная конференция (15-16 мая 2013 года). – Белгород, 2013. – С. 36.
2. Ширяев А.В. Влияние систем обработки на водопрочность структуры почвы при возделывании кукурузы на зерно / А. В. Ширяев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курск, 2014. – № 7. – С. 53–55.
3. Ширяев А.В. Влияние технологии No-till на водный режим и структурное состояние почвы / А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова, С. Д. Лицуков, А. И. Титовская // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов научно-практической конференции с Международным участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск, 2016. – С. 333–335.
4. Ширяева Н.В. Структурное состояние почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам / Н. В. Ширяева, А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова, А. Г. Ступаков, А. О. Симашева, К. К. Хакимова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – № 3 (19). – С. 116–122.
5. Небавский В.А. Опыт внедрения нулевой технологии обработки почвы / В. А. Небавский. – Краснодар, 2003. – 134 с.
6. Лицуков С.Д. Изменение агрофизических показателей плодородия в зависимости от способа обработки почвы / С. Д. Лицуков, А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 30–33.
7. Ширяев А.В. Влияние технологии No-Till на плотность почвы / А. В. Ширяев // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий». XX международная научно-производственная конференция (23-25 мая 2016 года). Том 1. – Белгород, 2016. – С. 59.
8. Лицуков С.Д. Агроэкологическая оценка технологии No-till в условиях Белгородской области / С. Д. Лицуков, А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова, С. А. Линков, А. Н. Сегидин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 9. – С. 46–48.

#### References

1. Shiryayev A.V. Water resistance of soil aggregates depending on the tillage system / A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova // Materials of the conference «Problems and prospects of innovative development of animal husbandry». XVII International Scientific and Industrial Conference (May 15-16, 2013). – Belgorod, 2013. – P. 36.
2. Shiryayev A.V. The influence of processing systems on the water resistance of the soil structure when cultivating corn for grain / A. V. Shiryayev // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – Kursk, 2014. – № 7. – Pp. 53–55.
3. Shiryayev A.V. The influence of No-till technology on the water regime and the structural state of the soil / A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova, S. D. Litsukov, A. I. Titovskaya // Actual problems of soil science, ecology and agriculture. Collection of reports of the scientific and practical conference with International participation of the Kursk branch of the NGO «Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev». – Kursk, 2016. – Pp. 333–335.
4. Shiryayeva N.V. The structural state of the soil during the cultivation of winter wheat according to different predecessors / N. V. Shiryayeva, A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova, A. G. Stupakov, A. O. Simasheva, K. K. Khakimova // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2018. – № 3 (19). – Pp. 116–122.
5. Nebavsky V.A. Experience of introduction of zero technology of tillage / V. A. Nebavsky. – Krasnodar, 2003. – 134 p.
6. Litsukov S.D. Changes in agrophysical fertility indicators depending on the method of tillage / S. D. Litsukov, A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova // Sugar beet. – 2016. – № 2. – Pp. 30–33.
7. Shiryayev A.V. The influence of No-Till technology on soil density / A. V. Shiryayev // Materials of the conference «Problems and prospects of innovative development of agrotechnologies». XX International Scientific and Industrial Conference (May 23-25, 2016). Volume 1. – Belgorod, 2016. – P. 59.
8. Litsukov S.D. Agroecological assessment of no-till technology in the conditions of the Belgorod region / S. D. Litsukov, A. V. Shiryayev, L. N. Kuznetsova, S. A. Linkov, A. N. Segidin // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2013. – № 9. – P. 46–48.

#### Сведения об авторах

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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, e-mail: linkovserg@yandex.ru, тел. 8(4722) 39-26-68.

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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. 8(4722) 39-26-68.

Акинчин Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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. 8(4722) 39-26-68.

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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. +79056727064.

Морозова Тамара Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, 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, e-mail: Morozova\_TS@bsaa.edu.ru, тел. 8(4722) 39-26-68.

#### **Information about authors**

Linkov Sergey Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: linkovserg@yandex.ru, tel. 8(4722) 39-26-68.

Shiryayev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8(4722) 39-26-68.

Akinchin Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8(4722) 39-26-68.

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +79056727064.

Morozova Tamara Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: Morozova\_TS@bsaa.edu.ru, tel. 8(4722) 39-26-68.

## ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 636.087.2

*И.В. Белинская, А.А. Гуменный*

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В ЦЕЛЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Аннотация.** В настоящее время актуальной проблемой является проблема увеличения органических отходов. Источниками отходов являются как физические лица, так и юридические, при этом в качестве последних выступают сетевые магазины, «магазины у дома», рестораны, предприятия быстрого питания. Формируемый ими объем органических отходов, между тем, является значимым энергетическим ресурсом, направленным на реализацию принципов рециклинга в пищевом производстве. Современные технологии переработки органических отходов в наибольшей степени разработаны в целях производства комбикормов для животных. Решение данной проблемы тем более значимо, чем быстрее растут объемы производства в области животноводства и растениеводства. Между тем, одним из основных видов расходов сельскохозяйственных предприятий указанной направленности являются комбикорма и удобрения, среднегодовой рост на которые составляет 30 %, что негативно сказывается на стоимости конечного продукта. Особенно значимой данная проблема выступает в условиях необходимости импортозамещения производственных ресурсов сельскохозяйственных предприятий. Целью представленного исследования является разработка концепции инновационного проекта по производству комбикормов, полученных путем переработки органических отходов ресторанов, торговых сетей и населения. В основу построения концепции положены методологические подходы к повторной утилизации органических отходов, а также теоретические и методические аспекты разработки бизнес-моделей технологических проектов. В результате проведенного исследования обоснована концепция проекта по переработке органических отходов в продукцию для животноводства, обоснован выбор технологии переработки, проведена оценка потенциального и реального объема производства, проанализированы основные конкуренты компании, разработана финансовая стратегия, сформулированы показатели эффективности проекта. Представленный в статье подход является базой для перехода на инновационные технологии производства комбикормов и удобрений из вторичного сырья во всех регионах Российской Федерации в условиях импортозамещения.

**Ключевые слова:** органические отходы, циркулярная экономика, инновационные технологии, сельскохозяйственные предприятия.

### APPLICATION OF RECYCLING TECHNOLOGIES FOR THE PURPOSES OF IMPORT SUBSTITUTION AT AGRICULTURAL ENTERPRISES OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Abstract.** Currently, an urgent problem is the problem of increasing food waste. The sources of waste are both individuals and legal entities, the latter being chain stores, convenience stores, restaurants, and fast food establishments. The volume of food waste they generate, meanwhile, is a significant energy resource aimed at implementing the principles of recycling in food production. Modern technologies for processing food waste are most developed for the production of animal feed. The solution to this problem is all the more significant the faster production volumes in livestock and crop production grow. Meanwhile, one of the main types of expenses of agricultural enterprises in this area are feed and fertilizers, the average annual growth of which is 30 %, which negatively affects the cost of the final product. This problem is especially significant in the context of the need for import substitution of production resources of agricultural enterprises. The purpose of the presented research is to develop the concept of an innovative project for the production of compound feed obtained by processing organic waste from restaurants, retail chains and the population. The concept is based on methodological approaches to the recycling of organic waste, as well as theoretical and methodological aspects of the development of business models for technological projects. As a result of the study, the concept of a project for processing organic waste into livestock products was substantiated, the choice of processing technology was substantiated, the potential and actual production volume was assessed, the company's main competitors were analyzed, a financial strategy was developed, and project performance indicators were formulated. The presented approach is the basis for the transition to innovative technologies for the production of feed and fertilizers from recycled materials in all regions of the Russian Federation in conditions of import substitution.

**Keywords:** organic waste, circular economy, innovative technologies, agricultural enterprises.

Ежегодно человечество производит более двух миллиардов тонн бытового мусора. В развитых странах основным способом борьбы с биологическими отходами является переработка твердых бытовых отходов (далее ТБО) в энергию или вторичный продукт. Из доклада «Greenpeace» Российского представительства следует, что перерабатываются во вторичный продукт лишь 4 % всего сырья, около 2 % уходит на мусоросжигательные заводы и 90 % отправляется на свалки и полигоны [1]. Во всем мире выбрасывается примерно треть всех произведенных продуктов питания, чем выше уровень развития страны – тем больший вклад в эту практику потребителей [2]. Пищевые отходы на сегодняшний день – серьезная экономическая, этическая, экологическая и социальная проблема. Проблема органических отходов несет системный характер, а поиск эффективных мер по ее ослаблению отвечает целям устойчивого развития. Потери продовольствия, происходящие на различных этапах производства, а именно пищевые отходы, занимают около 300 миллионов тонн в год [3], образуются в гостиницах, ресторанах, сельском хозяйстве, к ним также относятся побочные продукты животноводства. Свалки в России занимают 4 миллиона гектаров, отходы животноводства и сельского хозяйства занимают 2 миллиона гектаров [4].

Между тем, отходы являются ценным сырьем для производства продукции. Они содержат ценные органические вещества, такие как белки, углеводы, крахмал, жиры, которые могут быть полезными после перерабатывания в различные продукты. Описание технологий переработки органических отходов представлена в трудах [5, 6]. Оболенский и соавторы [7] представляют технологию переработки органических отходов в биогаз и удобрение.

Развитие теоретических и практических подходов к переработке органических отходов в продукцию для сельскохозяйственного комплекса проведено в работах [8, 9, 10, 11]. Между тем, в настоящее время в связи с существующими логистическими финансовыми проблемами, а также несовершенством нормативно-правовой базы не представлено практической разработки в направлении построения предприятия по переработке органических отходов в продукцию для агропромышленного комплекса. Основными заинтересованными сторонами в данном случае выступают предприятия, специализирующиеся на животноводстве и растениеводстве, так как стоимость применяемых комбикормов и удобрений устойчиво возрастает, в среднем, на 30 % год. Особенно значимой эта проблема является в современных экономических условиях, требующих интенсивного импортозамещения во всех секторах агропромышленного комплекса.

Целью настоящего научного исследования является построение концепции инновационного проекта по производству комбикормов и удобрений для сельскохозяйственных предприятий, технология которого построена на повторном использовании органических отходов.

Согласно оценкам экспертов, ежегодно в России образуется около 60 миллионов тонн отходов, из которых 25 миллионов тонн составляют пищевые отходы [1]. Перспективным направлением переработки органических отходов является производство муки различных видов. Мука является продуктом переработки отходов животноводства. Используется для производства кормов для домашних животных, удобрений, а также комбикормов для скота и птицы, содержит ценные белковые добавки. Также мясокостная мука может использоваться в качестве добавки к удобрениям, так как она содержит достаточное количество кальция.

На замену традиционным технологиям переработки пришла инновационная технология экструдирования. С ее помощью можно получать высококачественные корма, биологическая ценность которых максимально близка к ценности исходного сырья.

Технология экструзионной переработки позволяет производить продукцию в промышленных масштабах, основными преимуществами перед аналогами является меньшая стоимость производства, меньший уровень загрязнения окружающей среды, стерильность готовой продукции и увеличение уровня усвояемости готовых кормов.

В качестве базы для разработки концепции рассмотрим деятельность компании GAIA-RU, специализирующейся на рекуперации органики в России. В настоящее время у компании сформирован запрос на расширение бизнес-модели и трансформацию в сервис по переработке органических отходов в белковую массу в виде муки. Соответственно, основными пользователями продукта выступают сельскохозяйственные предприятия, специализирующиеся на животноводстве и растениеводстве. Покупатели получают высококачественный продукт – вторсырье в виде муки по доступной цене, которое производится в России и доставляется по месту деятельности предприятий. Данная бизнес-модель существенно снижает затраты сельхозпроизводителей на приобретение удобрений и комбикормов для животных.

Ключевыми видами деятельности компании будут являться: доставка непереработанного сырья, доставка переработанного вторсырья, производство различных сортов муки, оптовая торговля муки, ведение социальных сетей и сайта компании, система поддержки клиентов, стратегический маркетинг (реферальные программы, продвижение сайта в социальных сетях, взаимодействие с лидерами мнений), программы стимулирования (акции).

Бизнес-модель проекта «Recycle» представлена на рисунке 1.

Компания GAIA-RU располагает технологией сушки в замкнутом контуре для различного объема переработки [12]. Это решения от 20-300 кг/сутки до 2-100 тонн/сутки и более. Так как в качестве «пилота» предполагается организовать небольшое производство, мы будем рассматривать установку на самый минимальный объем перерабатываемой продукции.

Нужно отметить, что ежегодно рынок кормов для скота увеличивается в среднем на 6,7 % [13]. Это зависит в первую очередь от постоянного повышения спроса в продукции. В связи с этим увеличивается поголовье скота. Таким образом, основываясь на статистике, количество свиней в период 2010-2020 года стало в 2 раза больше. Рынок комбикормов в 2022 году составлял 41,7 триллиона рублей [14]. Прогнозируемая сумма на 2024-2025 года составляет 43,5-45,3 триллиона рублей.

На основе имеющихся данных мы можем перейти к оценке рынка производства кормов для животных по методу PAM, TAM, SAM, SOM.

Основываясь на оценке аналитиков, можно определить общий объем российского рынка на период 2024-2025 года, он составит по предварительным данным 323-343 миллиарда рублей [28]. Рынок комбикормов в 2021 году составил около 770 миллиардов рублей [15]. Эти показатели включают всех потенциальных клиентов, на которых может ориентироваться компания.

Доступный объем рынка можно оценить следующим образом. В 2022 году объем производства мясокостной муки в России составил порядка 632 562,5 тонн [16]. Учитывая, что стоимость муки варьируется от 29 до 70 рублей за килограмм, высчитаем среднюю предполагаемую выручку компаний-производителей от продажи мясокостной муки, – от 18 до 44 миллиардов рублей. В производстве кормов для животных требуется высококачественный продукт. Компании, производящие вторсырье необходимого качества, имеют большие объемы производства, следовательно, они занимают большую часть рынка. Поэтому, для упрощения, предположим, что доступный рынок составляет порядка 33-38 миллиардов рублей. Здесь необходимо пояснить, что расчеты доступного и реально достижимого объемов рынка ведутся по категории «мясокостная мука». А в описании бизнес-модели и вариантов развития мы также рассматриваем рыбную муку, смешанную муку и производство комбикормов.

Реально достижимый объем рынка на данном этапе можно определить только посредством прямого общения с компаниями-производителями кормов для животных. На сегодняшний день посредством первичных интервью было определено, что ежемесячно одна среднестатистическая компания нуждается в 60 тоннах мясокостной муки. В условиях сотрудничества с одной подобной компанией и полным удовлетворении ее спроса в продукции, можно определить реально достижимый рынок в 43 миллиона рублей.

<p><b><u>Партнеры</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Арендодатель</li> <li>- GAIA-RU</li> <li>- Поставщики - сети крупных розничных магазинов</li> <li>- Компании-производители и заводы по производству кормов для животных</li> <li>- Фермеры</li> <li>- Транспортная компания</li> <li>- Рекламное агентство</li> </ul>	<p><b><u>Ключевые виды деятельности</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Доставка не переработанного сырья</li> <li>- Доставка переработанного вторсырья</li> <li>- Производство различных сортов муки</li> <li>- Оптовая торговля муки</li> <li>- Ведение социальных сетей и сайта компании</li> <li>- Система поддержки клиентов</li> <li>- Стратегический маркетинг (реферальные программы, продвижение сайта в соц. сетях, взаимодействие с лидерами мнений)</li> <li>- Программы стимулирования (акции)</li> </ul>	<p><b><u>Ценностное предложение</u></b></p> <p><b>Поставщики</b> (розничные магазины/рестораны) получают возможность сдавать органические отходы на переработку по меньшей цене в сравнении с вывозом мусора. Достижение ЦУР - благодаря сервису уменьшится количество отходов, которые направляются на захоронение.</p> <p><b>Покупатели</b> получают высококачественный продукт - вторсырье в виде муки по доступной цене, которое производится в России и доставляется по месту деятельности предприятий.</p>	<p><b><u>Взаимодействие</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Взаимодействие с инфлюенсерами в соц. сетях</li> <li>- Проведение акций</li> <li>- Участие в конференциях</li> <li>- Совместная реклама (Cross-prom)</li> <li>- Сотрудничество с благотворительными организациями</li> <li>- Персональная поддержка клиентов через колл-центры, электронную почту или на месте продаж</li> <li>- Ведение онлайн-сообщества и получение обратной связи</li> <li>- Личное общение с клиентами</li> <li>- Участие в тематических выставках</li> <li>- Поддержка соц. сетей (Telegram, Vk, YouTube, Яндекс Дзен)</li> </ul>	<p><b><u>Клиенты</u></b></p> <p>Мы обслуживаем клиентов B2B в нишевом рынке:</p> <p><b>Поставщики:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Компании-поставщики FMCG</li> <li>2. Торговые сети</li> <li>3. HoReCa</li> </ol> <p><b>Покупатели:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Компании-производители кормов для животных</li> <li>2. Фермерские хозяйства</li> </ol>
<p><b><u>Расходы</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аренда склада и помещения для перерабатывающего оборудования</li> <li>- Коммунальные расходы склада и помещения</li> <li>- Заработная плата сотрудникам</li> <li>- Аренда транспорта</li> <li>- Затраты на маркетинговую и рекламную кампании</li> <li>- Упаковка для переработанных в муку органических отходов (соответствие безопасности и заданным техническим требованиям)</li> </ul>			<p><b><u>Доходы</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Получение оплаты за вывоз органических отходов из розничных магазинов и ресторанов</li> <li>- Оптовые продажи продукции компаниям-производителям кормов для животных и удобрений</li> </ul>	

Рис. 1 – Бизнес-модель CANVAS проекта «Recycle»



На рисунке 2 представлен объем целевого рынка для проекта «Recycle».



Рис. 2 – Объем целевого рынка для проекта «Recycle»

Для расчета экономической эффективности внедрения проекта необходимо оформить все данные, связанные с затратами и получением выручки. Производить расчеты будем на 8 лет, так мы сможем определить срок окупаемости вложенных инвестиционных средств.

В таблице 2 приведена информация по годам для инвестиционной деятельности.

Таблица 2 – Инвестиционная деятельность, тыс. руб.

Инвестиционная деятельность	Год 1	Год 2	Год 3	Год 4	Год 5	Год 6	Год 7	Год 8
Приобретение оборудования	-28770	-28770	0	0	0	0	0	28626
Сайт компании	-50	0	0	0	0	0	0	0
Регистрация юр. лица	-4	0	0	0	0	0	0	0

В таблице 3 приведена информация по годам для операционной деятельности, тыс. руб.

Таким образом, накопленный чистый денежный доход по инвестициям и операциям выйдет в плюс на 40-41-ый месяц. Простой срок окупаемости (PBP) составит 40 месяцев. Дисконтированный простой срок окупаемости (DPBP) в таком случае составит 44 месяца. Чистая приведенная стоимость (NPV) проекта за 8 лет составит 62 528 тыс. рублей. Внутренняя норма доходности (IRR) составит 34 %.

Представленная концепция проекта по переработке органических отходов ресторанного бизнеса в корма для животных и удобрения нацелена на решение задачи интенсивного перехода сельскохозяйственных предприятий Российской Федерации на принципы импортозамещения при формировании производственных ресурсов. Основными пользователями разработанного подхода выступают агропромышленные предприятия, имеющие потребность в приобретении комбикормов по оптимальной стоимости.

Таблица 3 – Операционная деятельность, тыс. руб.

Операционная деятельность	Год 1	Год 2	Год 3	Год 4	Год 5	Год 6	Год 7	Год 8
Участие в конференциях	-80	-160	-80	-80	-80	-80	-160	-80
Аренда помещения	-1080	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800
Зар. плата сотрудника с отчислениями (30%)	-572	-780	-858	-936	-1014	-1092	-1092	-1092
Зар. плата управляющего с отчислениями (30%)	-915	-1154	-1154	-1310	-1414	-1466	-1466	-146
Аренда транспорта	-46	-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158
Интернет, связь	-26	-28	-29	-29	-30	-30	-30	-30
Тариф РКО для малого бизнеса	-5	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
Затраты на воду	-16	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42
Затраты на газ	-388	-1040	-1040	-1040	-1040	-1040	-1040	-1040

Затраты на электричество	-2032	-5450	-5450	-5450	-5450	-5450	-5450	-5450
Прочие расходы	-260	-540	-545	-540	-545	-545	-540	-545
Налог на прибыль	-2040	-5472	-5472	-5472	-5472	-5472	-5472	-5472
Расходы за год	-7463	-16630	-16634	-16863	-17052	-17182	-17257	-17182
Выручка за вывоз мусора	4080	10944	10944	10944	10944	10944	10944	10944
Выручка за продажу муки	10200	27360	27360	27360	27360	27360	27360	27360
Чистая прибыль	6817	21674	21670	21441	21252	21122	21047	21122
Накопленный ЧДП по инвестициям и операциям	-22399	-29691	-11387	2484	16124	28393	39460	62528

В результате проведенного финансового анализа выявлено, что период окупаемости проекта составит 40 месяцев, дисконтируемый период окупаемости со ставкой дисконтирования в 10 % составит 44 месяца, чистая приведенная стоимость проекта за 8 лет составит 62,5 млн. рублей, внутренняя норма доходности составит 34 %. Соответственно, масштабирование предложенного подхода представляется экономически целесообразным для предприятий агропромышленного комплекса нашей страны.

### Библиография

1. Что делать с мусором в России? Доклад Greenpeace по России. URL: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2019/10/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf>.
2. Отходы в России: мусор или ценный ресурс? URL: <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2018/04/Othody-v-RF.pdf>.
3. Продовольственные потери и пищевые отходы в контексте устойчивых продовольственных систем. URL: <https://www.fao.org/3/i3901r/i3901r.pdf>.
4. Дырявая экология. Сельское хозяйство производит 250 млн т отходов в год [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/29525-dyryavaya-ekologiya/>.
5. Сафин Р.Г., Сотников В.Г., Загиров А.Г., Мифтахов Р.А. Переработка органических отходов в пиролизное топливо // Системы, методы, технологии. 2022. № 4 (45). С. 116–125.
6. Салыхов И.А., Заббаров М.Р., Нафиков И.Р. Переработка органических отходов // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука XXI. Актуальные исследования и перспективы. 2021. С. 114–120.
7. Оболенский Н.В., Мартынычев А.В., Вандышева М.С. Биогаз и удобрения из отходов // Экономика и предпринимательство. 2015. № 3–2 (56). – С. 816–818.
8. Молчанов В.П., Косивцев Ю.Ю., Карпенко И., Сульман М.Г. Комплексная переработка органических отходов с получением биологически активных веществ и продукции сельскохозяйственного назначения // Актуальная биотехнология. 2022. № 1. С. 40–44.
9. Белинская И.В., Карандашева И.В., Макаренко Е.А. Построение концепции переработки органических отходов // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2023. № 2. С. 48–57.
10. Temirov U., Namazov S., Usandaev N. Intensive technology for processing bird litter in organomineral fertilizers // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2020. С. 85–94.
11. Колесникова Т.А., Куликова М.А., Монастырский Д.И. Application of modern business models when implementing resource saving technologies in the agrocomplex. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020. Vol. 677(2021) (2): 4th International Scientific Conference «AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» 18-20 November 2020, Krasnoyarsk, Russia.
12. Официальный сайт компании GAIA-RU [Электронный ресурс]. – URL: <https://gaia-ru.com/main/>.
13. Российский рынок комбикормов – некоторые тенденции [Электронный ресурс]. – URL: <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-kombikormov---nekotorye-tendencii#:~:text=Объем%20производства%20комбикормов%20в%20России,больше%2C%20чем%20в%202020%20году.>
14. Compound Feed Market by Ingredient (Cereals, Cakes & Meals, By-products, and Supplements), From (Mash, Pellets, and Crumbles), Livestock, (Ruminants), Poultry, Swine, and Aquaculture), Source (Plant-based & Animal-based) & Region – Global Forecast to 2027 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/compound-feed-market-12564156.html>.
15. Russia's animal feed market was valued at US\$18.357 billion in 2020 and is projected to expand at a CAGR of 3.24% over the forecast period to reach US\$22.954 billion by 2027 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.knowledgesourcing.com/report/russia-animal-feed-market>.
16. Рынок мясокостной муки в России. Текущая ситуация и прогноз 2023-2027 гг. [Электронный ресурс]. – URL: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/819-rynok-mjasokostnoj-muki-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html>.

### References

1. Chto delat' s musorom v Rossii? Doklad Greenpeace po Rossii. URL: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2019/10/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf>.
2. Othody v Rossii: musor ili cennyj resurs? URL: <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2018/04/Othody-v-RF.pdf>.
3. Prodovol'stvennye poteri i pishchevye othody v kontekste ustojchivyh prodovol'stvennyh sistem. URL: <https://www.fao.org/3/i3901r/i3901r.pdf>.
4. Dyryavaya ekologiya. Sel'skoe hozyajstvo proizvodit 250 mln t othodov v god [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/29525-dyryavaya-ekologiya/>.
5. Safin R.G., Sotnikov V.G., Zagirov A.G., Miftahov R.A. Pererabotka organicheskikh othodov v piroliznoe toplivo // Sistemy, metody, tekhnologii. 2022. № 4 (45). S. 116–125.
6. Salyahov I.A., Zabbarov M.R., Nafikov I.R. Pererabotka organicheskikh othodov // Sbornik trudov IV Mezhduna-rodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Agrarnaya nauka XXI. Aktual'nye issledovaniya i perspektivy. 2021. S. 114–120.

7. Obolenskij N.V., Mart'yanychev A.V., Vandysheva M.S. Biogaz i udobreniya iz othodov // *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2015. № 3–2 (56). – S. 816–818.
8. Molchanov V.P., Kosivcev Yu.Yu., Karpenko I., Sul'man M.G. Kompleksnaya pererabotka organicheskikh othodov s polucheniem biologicheskii aktivnykh veshchestv i produktsii sel'skohozyajstvennogo naznacheniya // *Aktual'naya biotekhnologiya*. 2022. № 1. S. 40–44.
9. Belinskaya I.V., Karandasheva I.V., Makarenko E.A. Postroenie koncepcii pererabotki organicheskikh othodov // *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment*. 2023. № 2. S. 48–57.
10. Temirov U., Namazov S., Usandaev N. Intensive technology for processing bird litter in organomineral fertilizers // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Himiya i himicheskaya tekhnologiya*. 2020. C. 85–94.
11. Kolesnikova T.A., Kulikova M.A., Monastyrskij D.I. Application of modern business models when implementing resource saving technologies in the agrocomplex. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020.Vol. 677(2021) (2): 4th International Scientific Conference «AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» 18–20 November 2020, Krasnoyarsk, Russia.
12. Oficial'nyj sajt kompanii GAIA-RU [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://gaia-ru.com/main/>.
13. Rossijskij rynek kombikormov – nekotorye tendencii [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://ab-centre.ru/news/rossijskiy-rynek-kombikormov---nekotorye-tendencii#:~:text=Ob%20em%20proizvodstva%20kombikormov%20v%20Rossii,bol'she%2C%20chem%20v%202020%20godu>.
14. Sompound Feed Market by Ingredient (Cereals, Cakes & Meals, By-products, and Supplements), From (Mash, Pellets, and Crumbles), Livestock, (Ruminants), Poultry, Swine, and Aquaculture), Source (Plant-based & Animal-based) & Region – Global Fore-cast to 2027 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/compound-feed-market-12564156.html>.
15. Russia's animal feed market was valued at US\$18.357 billion in 2020 and is projected to expand at a CAGR of 3.24% over the forecast period to reach US\$22.954 billion by 2027 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.knowledgesourcing.com/report/russia-animal-feed-market>.
16. Rynek myasokostnoj muki v Rossii. Tekushchaya situacija i prognoz 2023-2027 gg. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/819-rynek-mjasokostnoj-muki-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html>.

#### Сведения об авторах

Белинская Ирина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент факультета технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО, 197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49А, e-mail: [belinska@yandex.ru](mailto:belinska@yandex.ru), +79533750887.

Гуменный Алексей Антонович, IT-специалист, рекламное агентство Alacrit, Россия, e-mail: [aleksejgumenny@yandex.ru](mailto:aleksejgumenny@yandex.ru).

#### Information about authors

Belinskaia Irina Viktorovna, PhD in Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Technological Management and Innovation Faculty, ITMO University, 197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49A, e-mail: [belinska@yandex.ru](mailto:belinska@yandex.ru), +79533750887.

Gumenny Alexey Antonovich, IT-specialist of advertising agency Alacrit, Russia, e-mail: [aleksejgumenny@yandex.ru](mailto:aleksejgumenny@yandex.ru).

УДК 339.13

*А.И. Добрунова, А.Н. Простенко, М.В. Щербатюк, Д.Р. Добрунов*

## ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ РФ

**Аннотация.** На современном этапе российский рынок сельскохозяйственной техники столкнулся со следующими вызовами, это, прежде всего, уход с рынка европейских, американских и японских производителей сельскохозяйственной техники, разрывом логистических цепочек по поставке комплектующих, ростом цен на металл, что повлекло за собой задержки в финансировании, приостановки работы некоторой части предприятий. Цель наших исследований заключалась в составлении прогноза развития рынка сельскохозяйственной техники в Российской Федерации на 2023-2025 гг. Исходными данными послужили общедоступные статистические данные Федеральной службы государственной статистики РФ. Теоретической базой исследования являются труды отечественных ученых, аналитиков по развитию рынка сельскохозяйственной техники. В статье проанализированы современные тенденции и проблемы развития рынка сельскохозяйственной техники РФ. Основными проблемами рынка сельскохозяйственной техники выступают: нарушение логистических цепочек поставки сельскохозяйственных машин, оборудования и запасных частей к ним в связи с наложенными ограничениями недружественных стран в отношении Российской Федерации; уход основных брендов производителей сельскохозяйственного машиностроения с территории Российской Федерации (John Deere, JCB, New Holland и другие); рост цен у отечественных предприятий сельскохозяйственного машиностроения за счет повышения цен на металл и основные виды комплектующих деталей (гидравлика, электроника, пластмасса, резинотехнические изделия); большая импортозависимость отдельных видов сельскохозяйственных машин и оборудования (свеклоуборочные комбайны, свеклопогрузчики); снижение доходов отечественных сельхозтоваропроизводителей. Прогноз развития рынка сельскохозяйственной техники показывает рост по базовому сценарию к 2025 году до 564,7 млрд. руб., при оптимистическом прогнозе объем рынка сельскохозяйственной техники может быть увеличен до 836,2 млрд. руб., а при пессимистическом прогнозируется снижение до 293,1 млрд. руб.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, рынок сельскохозяйственной техники, импорт сельскохозяйственной техники, экспорт сельскохозяйственной техники, прогноз развития рынка сельскохозяйственной техники.

## FORECAST OF AGRICULTURAL MARKET DEVELOPMENT TECHNICIANS OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Abstract.** At the present stage, the Russian agricultural machinery market has faced the following challenges, these are, first of all, the withdrawal from the market of European, American and Japanese manufacturers of agricultural machinery, the rupture of logistics chains for the supply of components, rising metal prices, which led to delays in financing, the suspension of some enterprises. The purpose of our research was to make a forecast for the development of the agricultural machinery market in the Russian Federation for 2023-2025. The initial data were publicly available statistical data of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation. The theoretical basis of the research is the work of domestic scientists, analysts on the development of the agricultural machinery market. The article analyzes current trends and problems in the development of the agricultural machinery market in the Russian Federation. The main problems of the agricultural machinery market are: disruption of the supply chains of agricultural machinery, equipment and spare parts due to the restrictions imposed by non-friendly countries on the Russian Federation; withdrawal of the main brands of agricultural machinery manufacturers from the territory of the Russian Federation (John Deere, JCB, New Holland and others); the increase in prices of domestic agricultural machinery enterprises due to higher prices for metal and the main types of components (hydraulics, electronics, plastics, rubber products); greater import dependence of certain types of agricultural machinery and equipment (beet harvesters, beet loaders); lower incomes of domestic agricultural producers. The forecast for the development of the agricultural machinery market shows an increase in the baseline scenario to 564.7 billion by 2025. With an optimistic forecast, the volume of the agricultural machinery market can be increased to 836.2 billion rubles, and with a pessimistic forecast, it is projected to decrease to 293.1 billion rubles.

**Keywords:** agricultural machinery, agricultural machinery market, import of agricultural machinery, export of agricultural machinery, forecast of agricultural machinery market development.

**Введение.** На современном этапе российский рынок сельскохозяйственной техники столкнулся со следующими вызовами, это, прежде всего, уход с рынка европейских, американских и японских производителей сельскохозяйственной техники, разрывом логистических цепочек по поставке комплектующих, ростом цен на металл, что повлекло за собой задержки в финансировании, приостановки работы некоторой части предприятий. Кроме того, социально-политическая ситуация снизила спрос на сельскохозяйственную технику и покупательную способность сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В соответствии с этими тенденциями, основой для развития отечественного рынка сельскохозяйственной техники должно стать отечественное конкурентоспособное производство и потребление. В то же время необходимо отметить, что российский рынок сельскохозяйственной техники остается стабильным, но в дальнейшем может ощущаться дефицит техники, не только за счет снижения поставок из-за рубежа, но и за счет износа сельскохозяйственной техники, роста производства сельскохозяйственной продукции [5, 10].

### Изложение основного материала исследований и их обсуждение.

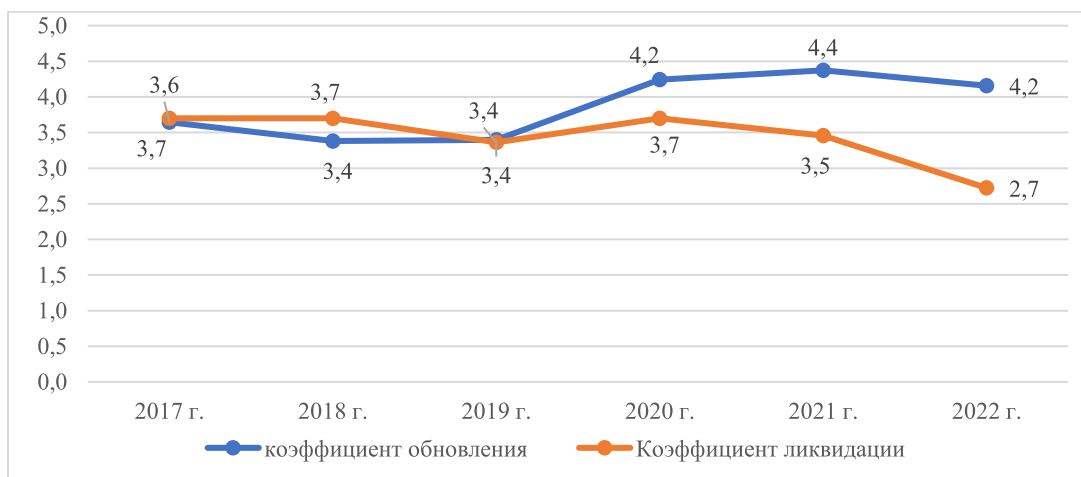
С 1990 года парк сельскохозяйственной техники Российской Федерации значительно сократился: в 1990 году количество тракторов составляло 1365,6 тыс. шт., в 2022 году – 214,8 тыс. шт., что в 6,4 раза меньше; зерноуборочных комбайнов было 407,8 тыс. шт. – сейчас 2,9 тыс. шт.; кукурузоуборочных комбайнов – 9,7 тыс. шт., в 2022 году – 685 шт.; картоплеуборочных – 32,3 тыс., в 2022 г. – 1,781 тыс. шт. (табл.1). Значительно сократились и количество других видов сельскохозяйственной техники.

**Таблица 1 – Наличие сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях (на конец года, тыс. шт.)**

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2017 г.
<b>Наличие сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях</b>							
Тракторы*	236,7	231,6	225,9	222,6	216,9	214,8	90,8
Комбайны	28,6	28,4	28,7	29,3	29,8	30,5	106,7
<b>Приобретено новой сельскохозяйственной техники за год</b>							
Тракторы	7 906	7 163	7 026	8 635	8 671	8 176	103,4
Комбайны	4 448	3 890	3 315	3 996	4 462	3 632	81,7
<b>Коэффициенты обновления сельскохозяйственной техники</b>							
Тракторы*	3,6	3,4	3,4	4,2	4,4	4,2	116,7
Комбайны	6,1	4,2	4,3	5,1	5,6	5,1	83,6
<b>Коэффициент ликвидации сельскохозяйственной техники</b>							
Тракторы*	3,7	3,7	3,4	3,7	3,5	2,7	73,0
Комбайны	5,5	5,1	4,6	4,9	4,5	3,4	61,9

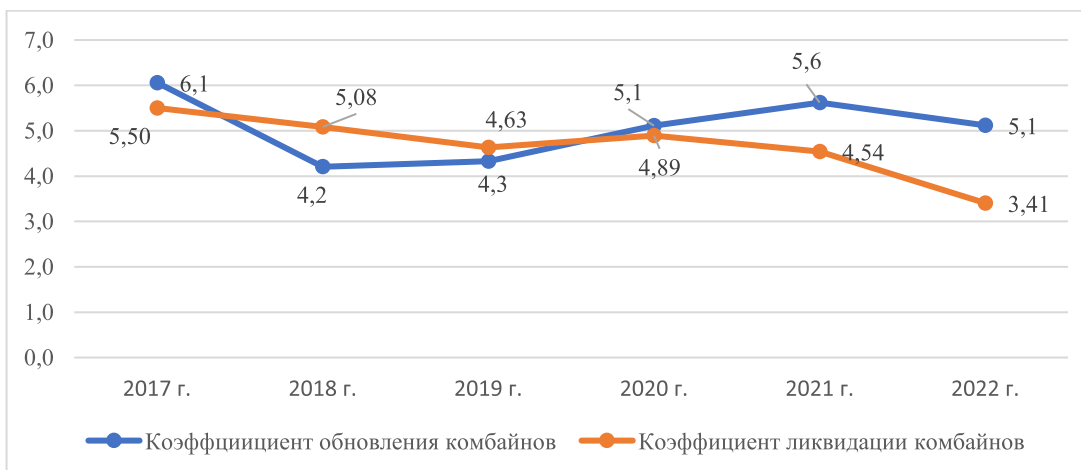
Примечание: \* включая тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины.

В 2022 году приобретено 8176 тыс. шт. тракторов, в том числе 37,2 % отечественного производства. Снизилось количество приобретенных комбайнов на 816 шт. или на 18,3 %. Недостаточные темпы приобретения новой сельскохозяйственной техники оказали влияние на степень обновления машинно-тракторного парка в 2017-2022 гг.: коэффициенты обновления за последние три года по тракторам превышали коэффициенты ликвидации, аналогичная ситуация и по комбайнам (рис. 1,2).



**Рис. 1 – Коэффициенты обновления сельскохозяйственной техники – тракторов (включая тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)**

Положительной тенденцией выступает то, что коэффициент обновления по тракторам в 2022 году вырос на 14 % и составил 4,2.



**Рис. 2 – Коэффициенты обновления сельскохозяйственной техники – комбайнов**

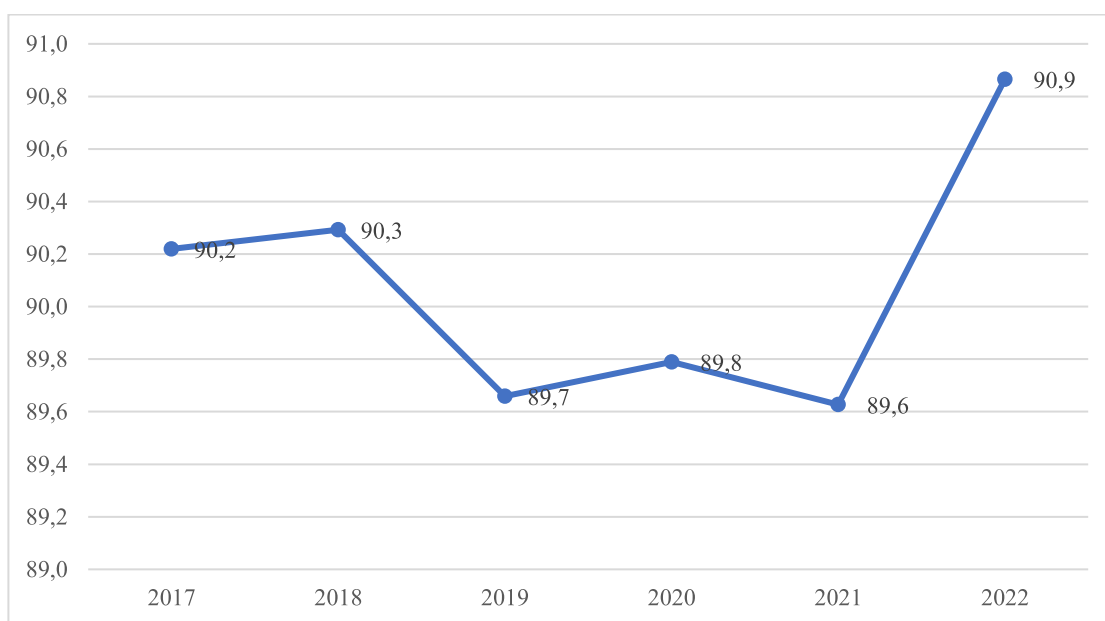
Недостаточное обновление сельскохозяйственной техники не позволяет расширять парк сельскохозяйственной техники и влечет за собой рост нагрузки на единицу техники (табл. 2).

**Таблица 2 – Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами [3]**

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2017 г.
Приходится тракторов на 1000 га пашни, штук	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	90,0
Приходится пашни на 1 трактор, га	328	337	345	349	363	372	113,4
Приходится зерноуборочных комбайнов на 1000 га посевов (посадки) соответствующих культур, штук	2,3	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	95,7

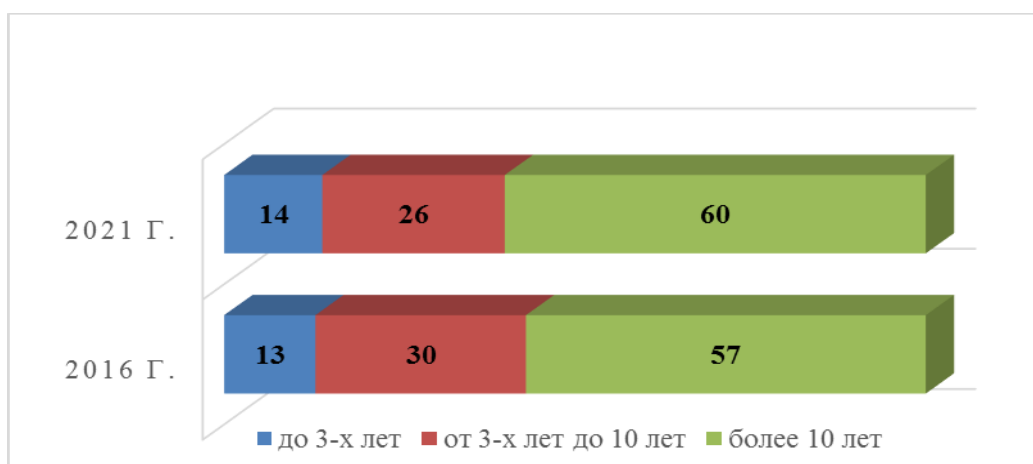
На 1 трактор в 2022 году приходится 372 га пашни, что на 13,4 % или на 44 га больше, чем в 2017 году. В 1990 году нагрузка на 1 трактор составляла 94 га. На 1000 га пашни в России в 2022 году приходится 2,7 тракторов, в Германии – больше 60 тракторов, в США – 25, в Белоруссии – 9 тракторов [1].

Совокупная энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в 2022 году, по данным Росстата, составила 90,9 л.с., чуть выше, чем в 2017 г. (0,8 %) (рис.3).



**Рис. 3 – Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций (энергетические мощности в расчете на 100 га посевной площади) [6]**

При этом трети тракторов и комбайнов отработали на полях более десяти лет, то есть фактически большая часть из них должна быть уже списана, в результате теряется 10-15 % урожая. Аналогичная ситуация наблюдается и перезагрузкой комбайнов. Так, один зерноуборочный комбайн в России обслуживал в 2022 году 460 га, в то время как в США – 63 га, во Франции – 53 га [9]. И в этой связи возникают следующие проблемы: высокая аварийность, высокая стоимость обслуживания устаревшей техники, потери урожая (рис.4, 5).



**Рис. 4 – Возрастная структура парка тракторов в Российской Федерации**

Анализ возрастной структуры основной сельскохозяйственной техники свидетельствует о продолжающихся негативных тенденциях. Так, за пятилетний период количество тракторов старше 10 лет увеличилось на 3 % и количество зерноуборочных комбайнов на 1 %. Незначительный рост наблюдается в возрастной структуре парка тракторов в возрасте до 3 лет на 1 %.

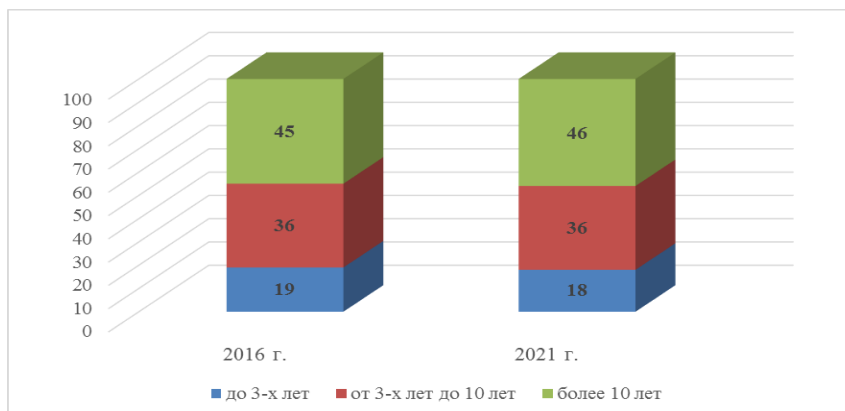


Рис. 5 – Возрастная структура парка зерноуборочных комбайнов в Российской Федерации [6]

В связи с введенными санкциями в 2022 году российский рынок сельскохозяйственной техники пережил одну из масштабных трансформаций в новейшей истории. Рынок сельскохозяйственной техники формируется за счет двух источников: собственного производства сельскохозяйственной техники и ее импорта.

В 2022 году объем производства сельскохозяйственной техники в Российской Федерации составил 250,6 млрд руб., что в 2,3 раза больше, чем в 2017 году (табл. 3).

Таблица 3 – Информация о производстве, отгрузке на внутренний рынок сельскохозяйственной техники в Российской Федерации [6]

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Отклонение	
							+,-	%
Произведено сельскохозяйственной техники (с НДС), млрд. руб.	107,2	108,2	115	149,9	217,7	250,6	143,4	233,8
Отгрузка на внутренний рынок (с НДС), млрд. руб.	97,9	100,6	101,6	132,4	199,4	235,4	137,5	240,4
Экспорт сельскохозяйственной техники (без НДС), млрд. руб.	7,9	11,2	12,2	15,9	17,0	21,00	13,1	265,8
Доля отечественной техники на внутреннем рынке, %	56	49	54	58	51	61	5	108,9

В 2022 г. 93,9 % произведенной сельскохозяйственной техники было реализовано на внутреннем рынке. Объем отгрузки техники на внутренний рынок возрос в 2022 г. на 137,5 млрд. руб. и составил 235,4 млрд. руб. 7,8 % сельскохозяйственной техники реализовано в 38 стран, основными направлениями реализации стали: страны СНГ и ЕС, а также Монголия, Африка и Ближний Восток. Экспорт сельскохозяйственной техники в 2022 году возрос в 2,7 раз по сравнению с 2017 годом и составил 21,0 млрд. руб.

Несмотря на рост производства сельскохозяйственной техники в денежном выражении, в количественном исчислении наблюдается снижение количества производства тракторов в 2022 г. по сравнению с 2017 г. с 7266 до 6195 шт., комбайнов с 7606 шт. до 4743 шт. (рис.6).

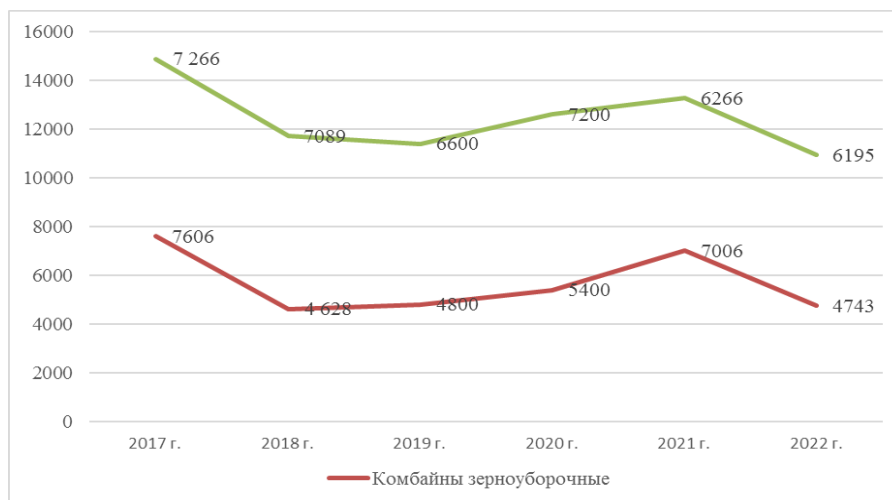


Рис. 6 – Информация о производстве комбайнов зерноуборочных и тракторов в Российской Федерации в 2017-2022 гг., шт.

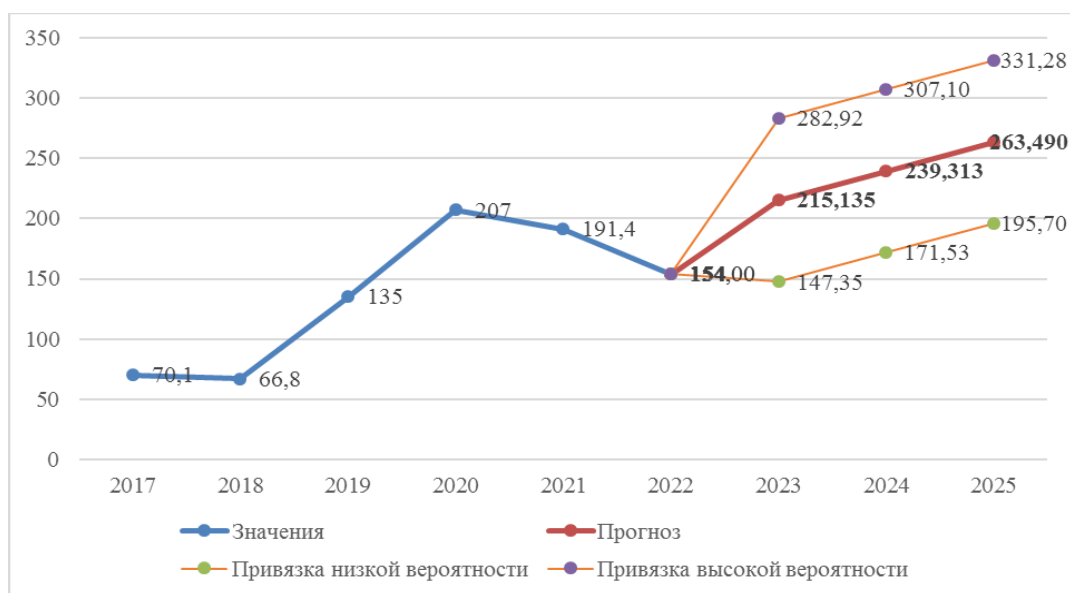
Вместе с тем, наблюдается рост производства в физическом выражении такой техники, как плуги на 206 шт. (+5,3 %), машин для внесения удобрений на 164 шт. (24,7 %), опрыскивателей на 295 шт. (16,0 %), жаток на 428 шт. (17,6 %). По остальным видам техники производство сокращается (табл. 4).

**Таблица 4 – Информация о производстве сельскохозяйственной техники по отдельным видам машин в Российской Федерации в 2021 и 2022 годах, шт.**

Показатели	2021 г.	2022 г.	Отклонение	
			+,-	%
Комбайны зерноуборочные	7006	4743	-2263	67,7
Тракторы сельскохозяйственные	6266	6195	-71	98,9
Комбайны кормоуборочные самоходные	339	290	-49	85,5
Плуги	3914	4120	206	105,3
Бороны	6858	6196	-662	90,3
Культиваторы	3327	2817	-510	84,7
Сеялки	6669	6216	-453	93,2
Машины для внесения удобрений	665	829	164	124,7
Опрыскиватели	1847	2142	295	116,0
Косилки	2452	2386	-66	97,3
Пресс-подборщики	2304	1747	-557	75,8
Жатки	2427	2855	428	117,6
Зерноочистительные машины	1936	1792	-144	92,6

Основными производителями сельскохозяйственных тракторов в Российской Федерации являются: АО «Петербургский тракторный завод» (43 %), ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш» (24,3 %), ООО «ГД ХТЗ «Белгород» (ООО «Брянский тракторный завод») Филиал «Алтайский» (7,1 %).

Несмотря на то, что наблюдается рост российского производства сельскохозяйственной техники в стоимостном выражении и в соответствии с прогнозом рост поставок импортных машин в физическом выражении будет увеличиваться (рис. 7).



**Рис. 7 – Прогноз ввоза импортной сельскохозяйственной техники, млрд. руб.**

По базовому сценарию к 2025 году прогнозируется увеличение ввоза импортной техники до 263,5 млрд. руб., при оптимистическом прогнозе до 331,28 млрд. руб., и при пессимистическом до 195,70 млрд. руб. Основным фактором роста ввоза импортной сельскохозяйственной техники в стоимостном выражении выступает значительный рост цен на ввозимую технику. Кроме того, зарубежная сельскохозяйственная техника значительно подорожала, из-за разрыва логистических цепочек возникли трудности с поставками комплектующими для ремонта. Но отказаться от ввоза импортной техники не представляется возможным, так как, по оценкам экспертов потребность отрасли в тракторах составляет в 50 000 ед. ежегодно, что пока не обеспечивается отечественными производителями. Прогноз ввоза импортной сельскохозяйственной техники по трем сценариям представлен на рисунке 8.



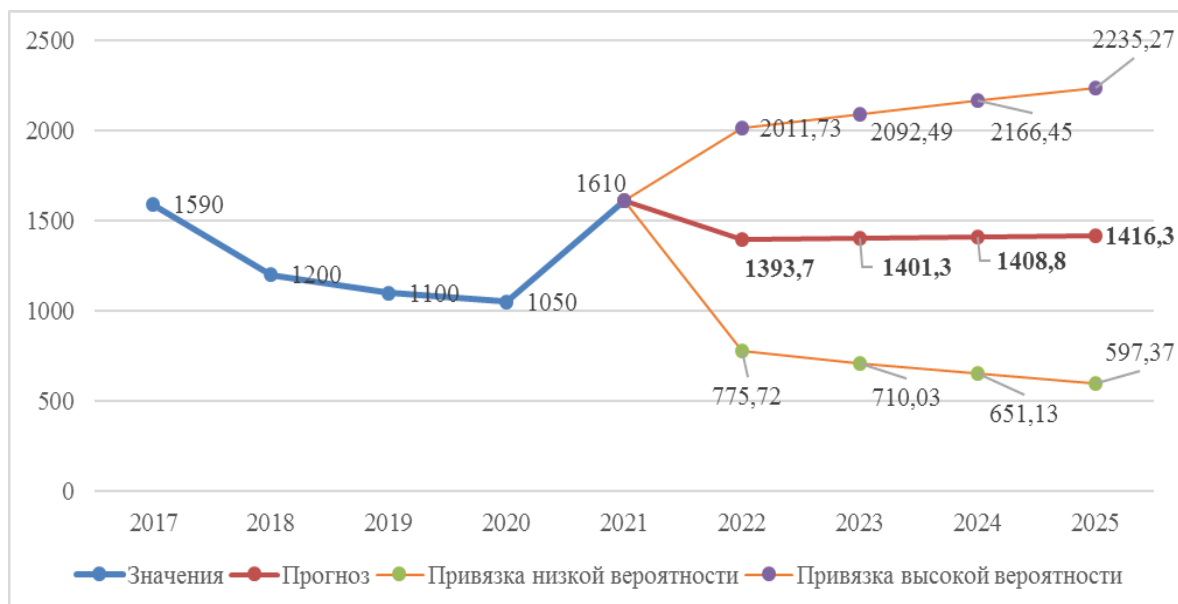


Рис. 8 – Прогноз ввоза импортной сельскохозяйственной техники, тыс. шт.

По базовому сценарию к 2025 году прогнозируется снижение ввоза импортной техники до 1 416,3 тыс. шт., при оптимистическом прогнозе ввоз импортной сельскохозяйственной техники может быть увеличен до 2235,3 тыс. шт., а при пессимистическом прогнозируется снижение до 597,4 тыс. шт.



Рис. 9 – Прогноз экспорта сельскохозяйственной техники, млрд. руб.

По базовому сценарию к 2025 году прогнозируется увеличение экспорта сельскохозяйственной техники до 26,9 млрд. руб., при оптимистическом прогнозе до 27,6 млрд. руб. и при пессимистическом до 26,2 млрд. руб. Иностранные компании чаще всего покупают российские опрыскиватели, пресс-подборщики, плуги, жатки, машины для внесения удобрений, полноприводные сельскохозяйственные тракторы, самоходные косилки, культиваторы, бороны, зерноуборочные комбайны. В качестве покупателей выступают такие страны, как Сербия, Венгрия, Польша, Монголия, Азербайджан, Словакия, Молдавия, Латвия, Казахстан, Германия, Чехия.

В целом, емкость рынка сельскохозяйственной техники РФ имеет тенденцию к росту по базовому сценарию к 2025 году до 564,7 млрд. руб. и при оптимистическом до 836,2 млрд. руб. (рис.10).

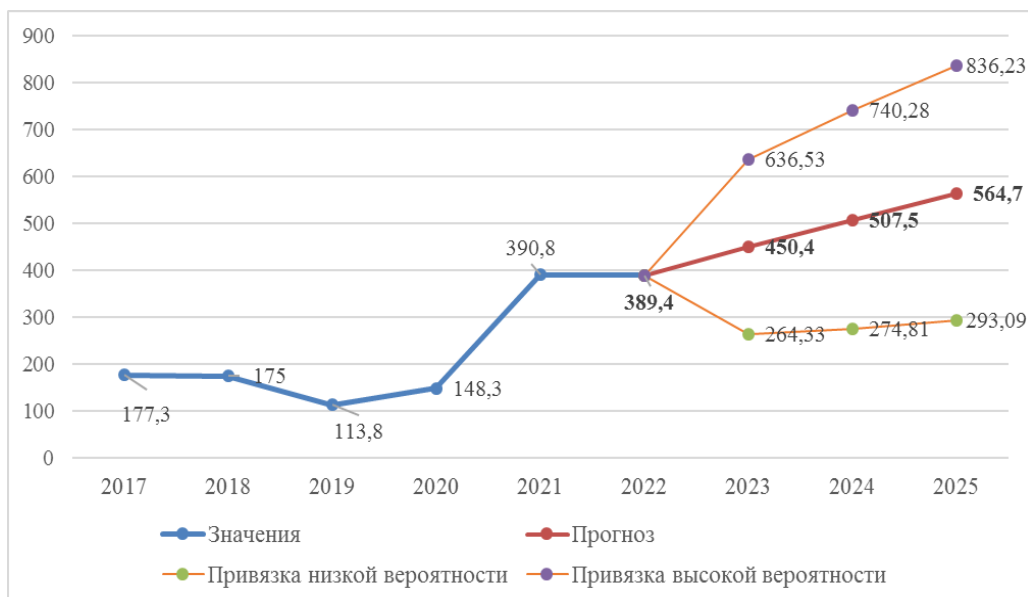


Рис. 10 – Прогноз рынка сельскохозяйственной техники, млрд. руб.

Вместе с тем, российскими аграриями на протяжении последних лет получены рекордные урожаи зерна, но в связи политической ситуацией в мире, наблюдаются объективные проблемы с его экспортом за границу. Следовательно, доходы аграрных сельскохозяйственных производителей могут быть снижены и закупки сельскохозяйственной техники могут иметь тенденцию к снижению, о чем свидетельствует пессимистический прогноз до 293,1 млрд. руб.

Кроме того, на объективность прогноза могут влиять и ряд вторичных факторов: экономического положения сельских товаропроизводителей, формы и размеры их поддержки государством, степени монополизации производства и сбыта техники, уровень развития лизингового механизма сбыта, возможностей импорта и др. К тому же перечисленные ключевые факторы воздействуют на рынок разнонаправленно.

**Выводы:** Проведенное исследование, свидетельствует, что в среднесрочной перспективе на рынке сельскохозяйственной продукции возможен рост объёмов производства и реализации за счет следующих факторов:

1. Высокая степень физического и морального износа используемой сельскохозяйственной техники требует увеличения темпов ее обновления.
2. Отечественные сельскохозяйственные товаропроизводители на собственном опыте ощутили, насколько эффективна в эксплуатации современная высокопроизводительная техника.
3. На рынке сельскохозяйственной техники по оценкам экспертов наблюдается дефицит следующих видов техники: тракторов – 106,5 тыс. шт., зерноуборочных комбайнов – 46,5 тыс. шт., кормоуборочных комбайнов – 6 тыс. шт., сеялок – 36,7 тыс. шт., плугов – 19,9 тыс. шт., культиваторов – 20,8 тыс. шт.
4. Увеличение производства зерновых до 300 млн. тонн в год.
5. Возврат в оборот 37,8 млн. га земель.
6. Увеличение экспорта сельскохозяйственной продукции в Китай.

Несмотря на имеющийся дефицит техники, производство в 2022 году имеет тенденцию к снижению. Так, зерноуборочных комбайнов произведено на 32,3 % (-2263 шт.) меньше, чем в 2021 году, тракторов сельскохозяйственных на 1,1 % (-71 шт.), комбайнов кормоуборочных самоходных на 14,5 % (-49 шт.), борон – на 662 шт., культиваторов на 510 шт., сеялок на 453 шт., пресс-подборщиков на 557 шт., зерноочистительных машин на 1440 шт.

Приобретение новой техники отечественными сельскохозяйственными производителями в сравнении с 2010 годом значительно снизилось. Так, приобретение тракторов снизилось на 86,4 тыс. руб. или в 2,8 раз, зерноуборочных комбайнов на 8,7 тыс. шт. или в 2,7 раз, кукурузоуборочных на 0,3 тыс. шт. или в 4 раза, кормоуборочных на 2,7 тыс. руб. или в 2,2 раза, льноуборочных комбайнов на 0,1 тыс. руб. или в 3 раза, доильных установок на 2,4 тыс. шт. или в 1,3 раза.

Снижение же темпов приобретения сельскохозяйственной техники может произойти в связи:

- с уходом основных брендов производителей сельскохозяйственного машиностроения с территории Российской Федерации (John Deere, JCB, New Holland и другие);
- с нарушением логистических цепочек поставки сельскохозяйственных машин, оборудования и запасных частей к ним в связи с наложенными ограничениями недружественных стран в отношении Российской Федерации;
- с ростом цен у отечественных предприятий сельскохозяйственного машиностроения за счет повышения цен на металл и основные виды комплектующих деталей (гидравлика, электроника, пластмасса, резинотехнические изделия);
- с большой импортозависимостью отдельных видов сельскохозяйственных машин и оборудования (свеклоуборочные комбайны, свеклопогрузчики);
- снижением доходов отечественных сельхозтоваропроизводителей.

Таким образом, развитие рынка сельскохозяйственной техники на современном этапе основывается на следующих постулатах:

Во-первых, отечественный агросектор высокотехнологичен и имеет ряд специфических особенностей в плане организации. При этом в России нет межотраслевого взаимодействия, когда по всей производственной цепочке просчитывается потребность, целесообразность, доходность и возможности производства.

Во-вторых, усилится дефицит техники, особенно с учетом прогнозируемого роста цен на 30-40 %.

В-третьих, возрастет интерес к гибридизации тракторов и замене дизельных двигателей. Более того, производители техники, которые делают ставку на интеллектуальные решения (точное земледелие, сокращение потребления удобрений), вероятно, окажутся в существенном плюсе в ближайшие два-три года.

В целом, как показывают прогнозы, рынок сельскохозяйственной техники по базовому сценарию к 2025 году увеличится до 564,7 млрд. руб., при оптимистическом прогнозе объем рынка сельскохозяйственной техники может быть увеличен до 836,2 млрд. руб., а при пессимистическом прогнозируется снижение до 293,1 млрд. руб. Однако, как показывают прогнозы производства сельскохозяйственной техники, она имеет тенденцию к росту даже при базовом прогнозе: производство тракторной техники возрастет до 7,8 тыс. шт. (+ 500 шт.), плугов общего назначения до 81,8 тыс. шт. (+ 60,8 тыс. шт.), культиваторов до 66,6 тыс. шт. (+ 17,1 тыс. шт.), разбрасывателей органических и минеральных удобрений до 2730,7 тыс. шт. (+ 2159,7 тыс. шт.), косилок (включая устройства режущие для установки на тракторе) до 19,2 тыс. шт. (+12,4 тыс. шт.) по сравнению с 2017 годом.

По базовому сценарию к 2025 году прогнозируется снижение ввоза импортной техники до 1 416,3 тыс. шт., при оптимистическом прогнозе ввоз импортной сельскохозяйственной техники может быть увеличен до 2235,3 тыс. шт., а при пессимистическом прогнозируется снижение до 597,4 тыс. шт.

По базовому сценарию к 2025 году прогнозируется увеличение экспорта сельскохозяйственной техники до 26,9 млрд. руб., при оптимистическом прогнозе до 27,6 млрд. руб. и при пессимистическом до 26,2 млрд. руб.

Таким образом, для обеспечения сельскохозяйственной техникой отечественных аграриев необходимо:

1. Предусмотреть в федеральном бюджете в 2024-2025 гг. ежегодное финансирование Постановления № 1432 в размере не менее 16 млрд. рублей.
2. Осуществлять государственную поддержку приобретения сельхозтехники, соответствующей требованиям Постановления № 719 [7].
3. В рамках реализации Постановления № 496 увеличить лимит субсидии до 15 % общей стоимости техники [8].
4. Ввести механизм предоставления из федерального бюджета грантов на организацию производства компонентов к специализированной технике.
5. Включить НИОКР на высокотехнологичные компоненты продукции машиностроения в Перечень НИОКР, предусмотренный Постановлением № 988 (включение затрат на НИОКР в состав прочих расходов в размере фактических затрат с коэффициентом 1,5).
6. Перевести производство сельскохозяйственной техники и комплектующих из 11-28 классов в 9 класс профессионального риска (внести изменения в приказ Минтруда России № 851н).
7. Увеличить размер амортизационной премии с 30 % до 50 % (внести изменения в пункт 9 статьи 258 части второй Налогового кодекса Российской Федерации) [4].

#### Библиография

1. Бабкин К. Страна уставших тракторов. Почему в России сельхозтехника работает на износ // К. Бабкин – Режим доступа: <https://www.forbes.ru/biznes/pmef-2018362081-strana-ustavshih-traktorov-pochemu-v-rossii-selhoztehnika-rabotaet-na-iznos>.
2. Калашников М. Мы создадим деловитое государство // М. Калашников – Режим доступа: <https://m-kalashnikov.livejournal.com/2410693.html>.
3. Наличие техники, энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации в 2022 году: федеральная служба государственной статистики. – Москва, 2023. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
4. Налоговый кодекс Российской Федерации. Консультант плюс: информационно-правовая система. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19671/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/).
5. Нежелченко Е.В. Экономическая оценка состояния, воспроизводства и использования технической базы сельского хозяйства / Е. В. Нежелченко, А. И. Добрунова // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 11–2. – С. 339–345.
6. Обеспеченность тракторами и комбайнами сельскохозяйственных организаций Российской Федерации в 2022 году: Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
7. Постановление Правительства РФ от 17 июля 2015 г. N 719 «О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации» // Гарант: информационно-правовая система. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71139412/>.
8. Постановление Правительства РФ от 26 апреля 2017 г. N 496 «О государственной поддержке российских организаций промышленности гражданского назначения в целях снижения затрат на транспортировку продукции» (с изменениями и дополнениями) // Гарант: информационно-правовая система. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71665818/>.
9. Состояние и перспективы развития производства сельскохозяйственной техники в Российской Федерации / Российская ассоциация производителей сельскохозяйственной техники и оборудования. – Москва, 2021. – Режим доступа: <file:///C:/Users/HUAWEI/Downloads/babkin-k.a..pdf>.
10. Формирование организационно-экономического механизма технической модернизации сельского хозяйства в регионе // Е. В. Нежелченко, А. И. Добрунова, М. А. Беспалова, Н. Ю. Яковенко. – Белгород, 2015. – 186 с.

#### References

1. Babkin K. The country of tired tractors. Why in Russia agricultural machinery is working on wear and tear // K. Babkin – Access mode: <https://www.forbes.ru/biznes/pmef-2018362081-strana-ustavshih-traktorov-pochemu-v-rossii-selhoztehnika-rabotaet-na-iznos>.
2. Kalashnikov M. We will create a businesslike state // M. Kalashnikov. – Access mode: <https://m-kalashnikov.livejournal.com/2410693.html>.
3. Availability of machinery and energy capacities in agricultural organizations of the Russian Federation in 2022: Federal State Statistics Service. – Moscow, 2023. – Access mode: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
4. Tax Code of the Russian Federation. Consultant plus: information and legal system – Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19671/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/).

5. Nezhelchenko E.V. Economic assessment of the state, reproduction and use of the technical base of agriculture / E. V. Nezhelchenko, A. I. Dobrunova // Economics and Entrepreneurship. – 2016. – № 11–2. – Pp. 339–345.
6. Provision of tractors and combines for agricultural organizations of the Russian Federation in 2022: Statistical collection / Federal State Statistics Service. – Access mode: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
7. Decree of the Government of the Russian Federation dated July 17, 2015 № 719 «On confirmation of the production of industrial products on the territory of the Russian Federation» // Garant: information and legal system – Access mode: <https://base.garant.ru/71139412/>.
8. Decree of the Government of the Russian Federation dated April 26, 2017 № 496 «On state support of Russian civil industry organizations in order to reduce the cost of transporting products» (with amendments and additions) // Garant: information and legal system. – Access mode: <https://base.garant.ru/71665818/>.
9. The state and prospects of development of agricultural machinery production in the Russian Federation / Russian Association of Manufacturers of Agricultural Machinery and Equipment. – Moscow, 2021. – Access mode: file:///C:/Users/HUAWEI/Downloads/babkin-k.a..pdf.
10. Formation of an organizational and economic mechanism for technical modernization of agriculture in the region // Nezhelchenko E. V., Dobrunova A. I., Bespalova M. A., Yakovenko N. Yu. – Belgorod, 2015. – 186 p.

#### Сведения об авторах

Добрунова Алина Ивановна, д. экон. наук, профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +79103225725, e-mail: [dobrunova\\_ai@bsaa.edu.ru](mailto:dobrunova_ai@bsaa.edu.ru).

Простенко Александр Николаевич, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-23-07, e-mail: [Prostenko\\_AN@bsaa.edu.ru](mailto:Prostenko_AN@bsaa.edu.ru).

Щербатюк Марина Владимировна, старший преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +79606224218, e-mail: [marina-bgsha@mail.ru](mailto:marina-bgsha@mail.ru).

Добрунов Данил Романович, студент 4-го курса агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +79803241085; e-mail: [dobrunov29@mail.ru](mailto:dobrunov29@mail.ru).

#### Information about authors

Dobrunova Alina Ivanovna, Doctor of Economics. Sciences, Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +79103225725, e-mail: [dobrunova\\_ai@bsaa.edu.ru](mailto:dobrunova_ai@bsaa.edu.ru).

Prostenko Alexander Nikolaevich, Ph.D. econ. Sciences, Associate Professor, Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7(4722) 39-23-07, e-mail: [Prostenko\\_AN@bsaa.edu.ru](mailto:Prostenko_AN@bsaa.edu.ru).

Shcherbatyuk Marina Vladimirovna, senior lecturer of the department of electrical equipment and electrical technologies in agro-industrial complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +79606224218, e-mail: [marina-bgsha@mail.ru](mailto:marina-bgsha@mail.ru).

Dobrunov Danil Romanovich, 4th year student of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +79803241085; e-mail: [dobrunov29@mail.ru](mailto:dobrunov29@mail.ru).

УДК 338.43.633

А.Ф. Дорофеев, А.М. Восковых, Т.В. Балабанова, Н.П. Зуев, Е.Н. Девальд

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И РЕЗЕРВОВ РОСТА ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В результате проведения анализа динамики производства подсолнечника в Воронежской области за десять лет следует, что валовой сбор изучаемой культуры характеризуется нестабильностью. Производство подсолнечника в 2018 году увеличилось по сравнению с 2017 годом на 2046 тыс. ц или 35,8 %, а в 2014 году по сравнению с 2013 годом имело место снижение валового сбора на 1407 тыс. ц или 18,7 %.

В среднем за изучаемый период производство подсолнечника в Воронежской области ежегодно увеличивалось на 114,375 тыс. ц или на 1,44 %. Данный рост обусловлен увеличением посевной площади подсолнечника в среднем ежегодно за указанный период на 5478,5 га или 1,57 %. При этом уровень урожайности подсолнечника в среднем уменьшался на 0,13 % или на 0,03 ц/га. Результаты решения разработанной корреляционно-регрессионной модели для расчета резервов повышения урожайности и роста валового сбора подсолнечника свидетельствуют о возможностях по увеличению валового сбора подсолнечника в регионе на более чем 400 тыс. т.

**Ключевые слова:** подсолнечник, анализ, динамика, урожайность, посевная площадь, валовой сбор, корреляционно-регрессионная модель, резервы роста.

## ANALYSIS OF DYNAMICS AND RESERVES FOR PRODUCTION GROWTH SUNFLOWER IN THE VORONEZH REGION

**Abstract.** As a result of the analysis of the dynamics of sunflower production in the Voronezh region for ten years, it follows that the gross harvest of the studied crop is characterized by instability. Sunflower production in 2018 increased by 2,046 thousand tons or 35.8 % compared to 2017, and in 2014, compared to 2013, there was a decrease in gross harvest by 1,407 thousand tons or 18.7 %.

On average, during the studied period, sunflower production in the Voronezh Region increased annually by 114.375 thousand tons or by 1.44 %. This growth is due to an increase in the sown area of sunflower on average annually for the specified period by 5478.5 hectares or 1.57 %. At the same time, the level of sunflower yield decreased on average by 0.13 % or 0.03 c/ha. The results of the solution of the developed correlation-regression model for calculating reserves for increasing yield and growth of the gross sunflower harvest indicate the possibilities for increasing the gross sunflower harvest in the region by more than 400 thousand tons.

**Keywords:** sunflower, analysis, dynamics, yield, acreage, gross harvest, correlation and regression model, growth reserves.

**Введение.** Среди разнообразия масличных культур, которые возделываются в нашей стране, в том числе в Центрально-Черноземном регионе, подсолнечник является основной, так как на его долю приходится наибольшая посевная площадь, а также количество производимого и экспортируемого растительного масла. Так, объем выручки от реализации подсолнечника за последние три года в сельскохозяйственных организациях Воронежской области неуклонно увеличивался от 16,7 млн. руб. до 25,7 млн. руб. и составлял 14,4-16,9 % в общей сумме. Поэтому особо важными задачами являются проведение анализа валового сбора подсолнечника на основе сопоставления различных взаимосвязанных показателей и поиск резервов его увеличения с помощью статистических приемов и методов исследования [2, 5].

### Материалы и методы исследований.

В работе использованы следующие методы экономических исследований: абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, статистико-экономический и другие. Для проведения расчетов применяли программу Excel.

Источниками информации явились данные сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций по районам Воронежской области [3], материалы статистических сборников по сельскому хозяйству Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области, база данных о хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций и другая информация.

### Результаты и обсуждение.

Анализ данных о производстве подсолнечника в Воронежской области за 2013-2022 годы показал, что динамика валового сбора изучаемой культуры характеризуется нестабильностью [1]. Производство подсолнечника в Воронежской области за 2018 год увеличилось по сравнению с 2017 годом на 2046 тыс. ц или 35,8 %. Данный рост обусловлен одновременным увеличением посевной площади на 17,3 тыс. га и урожайности подсолнечника на 5,7 ц/га. В 2014 году по сравнению с 2013 годом имело место снижение валового сбора на 1407 тыс. ц или 18,7 % в результате уменьшения площади посева подсолнечника с 329,3 тыс. га до 309,7 тыс. га и снижения урожайности с 22,9 ц/га до 19,8 ц/га. В 2021 году увеличение валового производства подсолнечника в Воронежской области на 1 % было эквивалентно его росту на 78 тыс. ц, а в 2020 году, наоборот, сокращение производства продукции данной культуры на 1 % равнозначно потери 87 тыс. ц.

Согласно базисному методу, производство подсолнечника в Воронежской области в 2014-2017 годах уменьшалось на 1180-1820 тыс. ц или 15,7-24,2 % по сравнению с 2013 годом за счет сокращения посевной площади на 19,6-59,6 тыс. га. Также в указанный период, за исключением 2016 года, уровень урожайности подсолнечника снижался на 2,6-3,6 ц/га. Базисные показатели динамического ряда за 2018-2022 годы свидетельствуют о росте валового сбора подсолнечника на 226-1188 тыс.ц. Между тем присутствуют значительные колебания. Наибольшие показатели производства подсолнечника в Воронежской области достигнуты в 2022 году по сравнению с 2013 годом, когда валовый сбор увеличился на 4927 тыс. ц или на 65,4 % за счет роста урожайности подсолнечника на 4,2 ц/га и увеличения посевных площадей по отношению к базисному периоду на 129,4 тыс. га. Минимальный прирост производства анализируемой культуры в Воронежской области произошел в 2018 году по сравнению с 2013 годом, когда он увеличился только на 226 тыс. ц или на 3,1 %.

Обобщающей характеристикой изменения рядов динамики в целом за рассматриваемый период являются средние показатели, которые представлены в таблице 1. В среднем за изучаемый период производство подсолнечника в Воронежской области ежегодно увеличивалось на 114375 ц или на 1,44 %.

Рост валового сбора подсолнечника обусловлен увеличением посевной площади подсолнечника, которая в среднем ежегодно за данный период расширялась на 5478,5 га или 1,57 %. При этом уровень урожайности подсолнечника в среднем уменьшался на 0,13 % или на 0,03 ц/га.

**Таблица 1 – Средние показатели рядов динамики урожайности, площади и валового сбора подсолнечника в Воронежской области за 2013–2022 годы**

Показатели	Урожайность, ц/га	Площадь, тыс. га	Валовой сбор, тыс. ц
Абсолютные изменения	-0,0297	5,4875	114,375
Темп роста, %	99,87	101,57	101,44
Темп прироста, %	-0,13	1,57	1,44

Для проведения корреляционно-регрессионного анализа использовались возможности программы Excel. Регрессионный анализ и оценка качества синтезированной модели проводился на основе процедуры «Регрессия» из пакета анализа [4]. Полученное первоначальное решение корреляционно-регрессионной модели количественно измеряет влияние каждого фактора на урожайности подсолнечника, а уравнения регрессии имеет следующий вид:

$$Y(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8) = 33,810965 + 0,515942X_1 + (-3,740988 X_2)$$

Статистическая оценка характеристик данной модели показывает, что ряд факторов количественно мало определяют результат, а уровень значимости превышает 0,05. Компьютерная программа позволяет просчитать ряд последовательных вариантов методом пошаговой регрессии, выбрать улучшенную модель и получить результаты ее решения.

Из решения корреляционно-регрессионной модели следует, что урожайность подсолнечника находится в зависимости от трех факторных признаков, а уравнение регрессии имеет следующее математическое выражение:

$$Y(X_1, X_4, X_6) = 18,8117 + 0,57664X_1 + (-0,01104) X_4 + 0,000252X_6$$

Коэффициент регрессии при  $X_1$  равный  $a_1 = 0,57664$  свидетельствует о том, что с повышением производственных затрат на 1 га посева подсолнечника на 1 тыс. руб. урожайность подсолнечника повысится на 0,57664 ц/га. Коэффициент регрессии  $a_4 = -0,01104$  показывает, что с повышением себестоимости 1 ц реализованного подсолнечника на 1 руб., урожайность подсолнечника снизится на 0,01104 ц/га. Коэффициент регрессии при  $X_6$  равный  $a_6 = 0,000252$  свидетельствует о том, что с увеличением посевной площади подсолнечника на 1 га урожайность подсолнечника повысится на 0,000252 ц/га. Наряду с изучением влияния отдельных факторов на урожайность подсолнечника важное значение имеет исследование тесноты связи. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,5835$  показывает, что урожайность подсолнечника на 58,35 % зависит от трех факторов, оставшихся в улучшенной корреляционно-регрессионной модели, а на 41,65 % от других факторов, неучтенных в модели. Коэффициент корреляции  $R = 0,7639$  свидетельствует, что связь между урожайностью подсолнечника и оставшимися факторными признаками прямая и тесная. Так как критерий Фишера фактический ( $F = 13,07493$ ) больше критерия Фишера теоретического ( $F = 2,95$ ), то влияние факторов на уровень урожайности подсолнечника в улучшенной корреляционно-регрессионной модели существенно [4].

Результаты решения разработанной корреляционно-регрессионной модели в достаточной степени отражают уровень урожайности подсолнечника в исследуемой совокупности районов, а поэтому могут быть использованы для расчета резервов повышения урожайности подсолнечника (таблица 2).

**Таблица 2 – Расчёт резервов повышения урожайности подсолнечника в Воронежской области**

Факторы	Условное обозначение	Средний уровень факторов			Отклонение среднего уровня факторов отстающих районов		Коэффициент регрессии	Резервы роста урожайности при доведении факторов			
		по совокупности	по передовым районам	по отстающим районам	от средней по совокупности	от передовых районов		до среднего уровня по совокупности		до передовых районов	
								ц	%	ц	%
Производственные затраты на 1 га, тыс. руб.	X1	35,8	42,0	31,6	4,2	10,4	0,57664	2,4	9,4	6,0	23,2
Себестоимость 1 ц реализованного подсолнечника, руб.	X4	1417	1635	1248	169	387	-0,01104	-1,9	-7,2	-4,3	-16,5
Площадь посеянная, га	X6	7966	13428	5105	2861	8323	0,00025	0,7	2,8	2,1	8,1
Итого								1,2	5,0	3,8	14,8

Резервы роста урожайности подсолнечника определялись на основе произведения отклонений уровня факторов отстающих районов от среднего уровня по области, а также передовых районов и коэффициента регрессии. Так, если отстающие районы доведут уровень каждого фактора, заложенного в модели, до среднего по области, то урожайность подсолнечника

ника в Воронежской области повысится на 1,2 ц/га или на 5,0 %. При доведении данных факторных признаков в отстающих районах до уровня передовых районов урожайность возрастет на 3,8 ц/га или на 14,8 %.

По данным решения улучшенной корреляционно-регрессионной модели урожайности подсолнечника в Воронежской области выбираются те районы, в которых теоретический уровень урожайности превышает фактический и определяется возможный ее прирост с одного гектара и со всей посевной площади.

Результаты решения корреляционно-регрессионной модели показывают, что в 21 районе Воронежской области имеется возможность повышения фактической урожайности подсолнечника до теоретической. Если данные районы доведут фактическую урожайность подсолнечника до теоретической или расчетной, то валовой сбор подсолнечника в Воронежской области увеличится на 401,4 тыс. т.

#### **Выводы.**

Таким образом, анализ данных о производстве подсолнечника в Воронежской области за 2013-2022 годы показал, что динамика валового сбора изучаемой культуры характеризуется нестабильностью. В среднем за указанный период производство подсолнечника ежегодно увеличивалось на 114,375 тыс. ц или на 1,44 %. Данный рост обусловлен увеличением посевной площади подсолнечника в среднем ежегодно на 5478,5 га или 1,57 %. При этом уровень урожайности подсолнечника в среднем уменьшался на 0,13 % или на 0,03 ц/га.

Обобщив результаты исследований на основе разработанной корреляционно-регрессионной модели, мы установили уровень влияния различных факторных признаков на урожайность подсолнечника. Результаты решения корреляционно-регрессионной модели свидетельствуют о том, что если отстающие районы доведут уровень каждого фактора, заложенного в улучшенную модель (производственные затраты на 1 га; себестоимость 1 ц реализованного подсолнечника; площадь посеянная):

- до среднего по области, то урожайность подсолнечника в Воронежской области повысится на 1,2 ц/га или на 5,0 %;
- до уровня передовых районов, урожайность возрастет на 3,8 ц/га или на 14,8 %.

Проведенное исследование позволило выявить резервы роста в данном производственном подкомплексе: решение корреляционно-регрессионной модели показало возможности для увеличения валового производства подсолнечника в регионе как минимум на 401,4 тыс. т.

Чтобы освоить выявленные резервы по повышению урожайности подсолнечника, необходимо повысить эффективность производства и переработки подсолнечника. Важную роль в снижении производственных затрат играет согласованность действий и материальных интересов сельскохозяйственных предприятий и предприятий, занимающихся переработкой подсолнечника, в частности, наличие между ними долгосрочных контрактных обязательств, так называемая «контрактная интеграция». Это позволит снизить зависимость сельхозтоваропроизводителей от рыночной конъюнктуры, равномерно распределить загрузку производственных мощностей и обеспечить сохранность выращенного урожая и, в итоге, повысить окупаемость затрат.

Наряду с совершенствованием системы экономических взаимоотношений экономических субъектов необходимо совершенствовать технологическую составляющую производственных процессов:

- 1) сократить потери подсолнечника на всех стадиях технологического процесса хранения и переработки.
- 2) применять интенсивные технологии возделывания подсолнечника;
- 3) улучшать плодородие земель с соблюдением научно обоснованной системы севооборота;
- 4) повышать окупаемость за счет внедрения более урожайных и качественных сортов;
- 5) развивать отечественную селекцию для обеспечения конкурентоспособности импортонезависимости подотрасли.

#### **Библиография**

1. Анализ динамики производства подсолнечника / А. М. Восковых, Е. Н. Зуева, И. А. Стафеева, Е. Е. Зуева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 9 (119). – С. 166–170.
2. Анализ использования производственного потенциала в сельскохозяйственных организациях Воронежской области / А. Ф. Дорофеев, А. М. Восковых, Е. Е. Зуева [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 3 (31). – С. 166–171.
3. Основные показатели растениеводства районов Воронежской области : Стат.сбор. / Воронежстат. – Воронеж, 2022. – 80 с.
4. Статистика с основами социально-экономической статистики : учебное пособие / Г. И. Хаустова, Е. Б. Панина, Т. А. Степанова [и др.]; под ред. В. А. Лубкова – Воронеж : Изд-во ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – 157 с.
5. Сурков, И.М. Производственный потенциал сельскохозяйственных предприятий: оценка состояния, пути восстановления, эффективность / И. М. Сурков. – Воронеж : Издательство Истоки, 2009. – 189 с.

#### **References**

1. Analysis of the dynamics of sunflower production / A. M. Voskovykh, E. N. Zueva, I. A. Stafeeva, E. E. Zueva // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2014. – № 9 (119). – Pp. 166–170.
2. Analysis of the use of production potential in agricultural organizations of the Voronezh region / A. F. Dorofeev, A. M. Voskovykh, E. E. Zueva [et al.] // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2021. – № 3 (31). – Pp. 166–171.
3. The main indicators of crop production in the districts of the Voronezh region: Statistical collection / Voronezhstat. – Voronezh, 2022. – 80 s.
4. Statistics with the basics of socio-economic statistics: textbook / G. I. Haustova, E. B. Panina, T. A. Stepanova [etc.]; edited by V. A. Lubkov. – Voronezh : Publishing House of the Voronezh State Agrarian University, 2020. – 157 s.
5. Surkov, I. M. Production potential of agricultural enterprises: assessment states, ways of recovery, efficiency / I. M. Surkov. – Voronezh : Istoki Publishing House, 2009. – 189 p.

**Сведения об авторах**

Дорофеев Андрей Федорович, доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: dorofeev@bsaa.edu.ru.

Восковых Александр Михайлович, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, 394087, e-mail: vosk1959@yandex.ru, 8-920-405-79-14.

Балабанова Татьяна Валерьевна, доктор экономических наук, генеральный директор Ассоциации «Международное Содружество», 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46, e-mail: intpartclub@yandex.ru.

Зуев Николай Петрович, доктор ветеринарных наук, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: zuev@bsaa.edu.ru.

Девальд Екатерина Николаевна, соискатель, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, devald@bsaa.edu.ru.

**Information about authors**

Dorofeev Andrey Fedorovich, Doctor of Economics, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: dorofeev@bsaa.edu.ru.

Woskovykh Alexander Mikhailovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Voronezh State Agrarian University, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, e-mail: vosk1959@yandex.ru, 8-920-405-79-14.

Balabanova Tatiana V., Doctor of Economics, General Director of the Association «International Community», 46 Kostyukova Str., Belgorod, 308012, e-mail: intpartclub@yandex.ru.

Zuev Nikolay Petrovich, Doctor of Veterinary Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: zuev@bsaa.edu.ru.

Devald Ekaterina Nikolaevna, applicant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, devald@bsaa.edu.ru.



## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Белгородская область входит в число динамично развивающихся регионов России. Состояние экономики Белгородской области в 2022 году характеризовалось в основном положительными тенденциями. Обеспечено увеличение промышленного производства, оборота розничной торговли, оборота общественного питания, объема платных услуг населению. В области проводится активная последовательная экономическая политика на основе системного подхода в решении актуальных задач и конструктивного сотрудничества с региональными бизнес-структурами и населением.

Малые формы хозяйствования на селе вносят значительный вклад в аграрное производство региона. Их важнейшая задача – производство продукции, не конкурирующей и дополняющей ассортимент продукции крупных агропредприятий. Поддержка мелкотоварных сельскохозяйственных производителей носит в регионе системный характер и не первый год находится под пристальным вниманием органов власти всех уровней. Стратегическим направлением является развитие малого и среднего предпринимательства. В области реализуются национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», подпрограмма «Развитие и государственная поддержка малого и среднего предпринимательства» государственной программы Белгородской области «Развитие экономического потенциала и формирование благоприятного предпринимательского климата в Белгородской области», которые включают комплекс мероприятий по организационной, образовательной, финансово-кредитной и имущественной поддержке малого и среднего бизнеса, малых форм хозяйствования на селе, повышению занятости населения за счет вовлечения в сектор малого бизнеса части высвобождающихся работников других отраслей.

Государственная поддержка в современных условиях хозяйствования является объективной необходимостью. Сельское хозяйство вследствие присущих ему специфических особенностей (зависимость от природных факторов, сезонность, технологическая отсталость) не может за счёт реализации своей продукции получить доход, достаточный для возмещения вложенного в него капитала, для сохранения плодородия земель и для воспроизводства поголовья животных. Развитие МФХ способствует повышению их конкурентоспособности, уровня занятости и доходов сельского населения, позволяет решать различные социальные проблемы территорий и укрепляет экологическую и продовольственную безопасность региона.

**Ключевые слова:** малые формы хозяйствования, государственная поддержка, субсидии, государственная программа, агробизнес, сельскохозяйственные товаропроизводители.

## STATE SUPPORT FOR AGRICULTURAL PRODUCERS OF SMALL BUSINESSES IN THE BELGOROD REGION

**Abstract.** The Belgorod Region is one of the dynamically developing regions of Russia. The state of the economy of the Belgorod region in 2022 was characterized mainly by positive trends. An increase in industrial production, retail trade turnover, catering turnover, and the volume of paid services to the population has been ensured. The region is pursuing an active and consistent economic policy based on a systematic approach to solving urgent problems and constructive cooperation with regional business structures and the population.

Small forms of farming in rural areas make a significant contribution to the agricultural production of the region. Their most important task is to produce products that do not compete and complement the product range of large agricultural enterprises. Support for small-scale agricultural producers is systemic in the region and has been under the close attention of authorities at all levels for several years. The strategic direction is the development of small and medium-sized businesses. The region is implementing the national project «Small and medium-sized entrepreneurship and support for individual entrepreneurial initiative», the subprogram «Development and state support for small and medium-sized enterprises» of the state program of the Belgorod region «Development of economic potential and formation of a favorable business climate in the Belgorod region», which include a set of measures for organizational, educational, financial, credit and property support for small and medium-sized businesses, small-scale farming in rural areas, to increase the employment of the population by involving in the small business sector some of the released workers from other industries.

State support in modern economic conditions is an objective necessity. Agriculture, due to its inherent specific features (dependence on natural factors, seasonality, technological backwardness), cannot, through the sale of its products, receive income sufficient to reimburse the capital invested in it, to preserve land fertility and to reproduce livestock. The development of IFCS contributes to increasing their competitiveness, employment and income levels of the rural population, allows solving various social problems of the territories and strengthens the environmental and food security of the region.

**Keywords:** small business forms, government support, subsidies, government program, agribusiness, agricultural producers.

В современных условиях малые предприятия относятся к числу необходимых элементов экономической системы страны, поскольку этот сектор оказывает существенное влияние на темпы экономического роста, структуру и качество валового внутреннего продукта. Также актуальность данного исследования определяет высокий уровень социальной значимости малых предприятий – создание рабочих мест для населения. Малые предприятия являются составной частью развитой экономики. Они должны выполнять функции, позволяющие экономике устойчиво развиваться. В современных условиях хозяйствования многие регионы Российской Федерации придают особое значение развитию малых хозяйствующих субъектов в сельских территориях. Как правило, к малым формам агробизнеса относят крестьянские (фермерские) хозяйства, личные подсобные хозяйства, различного вида потребительские кооперативы (сельскохозяйственные, снабженческие, торговозакупочные, кредитные, сервисные и др.), а также лица, зарегистрированные в качестве индивидуальных предпринимателей.

Малые формы хозяйствования на селе Белгородской области представлены личными подсобными хозяйствами граждан, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, сельскохозяйственными потребительскими кооперативами. В Белгородской области по состоянию на 1 января 2023 года насчитывалось 3895 личных подсобных хозяйств, 77 крестьянских (фермерских) хозяйств и 1317 глав КФХ, 209 – сельскохозяйственных производственных кооперативов. Малые формы хозяйствования как важную категорию сельскохозяйственных товаропроизводителей, реализующих Программу продоволь-

ственной безопасности. Для дальнейшего развития малых форм хозяйствования реализуются меры государственной поддержки федерального и регионального уровня.

В течение 2023 года в Белгородской области в целом получателями государственной поддержки произведено более 23,6 тысячи тонн сельскохозяйственной продукции на сумму свыше 907 млн. рублей. В следующем году региональное министерство сельского хозяйства ожидает увеличение показателей, сумму господдержки для самозанятых ЛПХ доведут до 8,6 млн. рублей в 2024 году.

Суммарно в период с 2021 года по 2023 год включительно получатели мер государственной поддержки (ЛПХ, К(Ф)Х, ИП и КООП) произвели 50,4 тысячи тонн сельскохозяйственной продукции на общую сумму свыше 1,6 млрд. рублей.

Так, например, начиная с 2022 года министерством сельского хозяйства и продовольствия Белгородской области, помимо организованного сектора, начато предоставление господдержки самозанятым ЛПХ. Учитывая растущий интерес со стороны населения к данной форме поддержки, министерство увеличивает ежегодные объёмы финансирования – от 2 млн. рублей в 2022 году до планируемых 8,6 млн. рублей в 2024 году [1].

Наличие в достаточном количестве материальных, трудовых и финансовых ресурсов в сельскохозяйственных предприятиях Белгородской области, а также программ государственной поддержки свидетельствует о том, что в целом наблюдается рост продукции сельского хозяйства (в стоимостном выражении) за 2018-2022гг. данные таблицы 1 на 40,2 %, это было обусловлено увеличением стоимости продукции растениеводства на 67,8 % и продукции животноводства на 25,4 %. На сельхозорганизации пришлось 85,1% общего объема продукции, 8,2 % – на хозяйства населения, 6,7 % – на КФХ и ИП.

**Таблица 1 – Динамика продукции сельского хозяйства Белгородской области по категориям хозяйств (в фактически действовавших ценах; млн. рублей)**

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Откл. 2022 г. к 2018 г (%)
<b>Хозяйства всех категорий</b>						
Продукция сельского хозяйства	257038,0	265692,5	288878,7	343018,4	360208,5	140,2
в том числе:						
растениеводства	89470,7	90487,8	116012,2	133593,6	150133,6	167,8
животноводства	167567,3	175204,7	172866,5	209424,8	210074,8	125,4
<b>Сельскохозяйственные организации</b>						
Продукция сельского хозяйства	224624,9	231334,7	251265,3	295817,0	306311,1	136,4
в том числе:						
растениеводства	63977,1	63322,5	86102,4	94752,8	104787,9	163,8
животноводства	160647,9	168012,2	165162,8	201064,3	201523,2	125,4
<b>Хозяйства населения</b>						
Продукция сельского хозяйства	21841,5	20480,7	20874,1	27163,5	29602,7	135,5
в том числе:						
растениеводства	16125,2	14541,0	14540,3	20294,9	22552,3	139,9
животноводства	5716,3	5939,7	6333,8	6868,6	7050,5	123,3
<b>Крестьянские (фермерские) хозяйства</b>						
Продукция сельского хозяйства	10571,6	13877,1	16739,3	20037,8	24294,6	229,8
в том числе:						
растениеводства	9368,4	12624,3	15369,5	18545,9	22793,5	243,3
животноводства	1203,2	1252,8	1369,8	1491,9	1501,2	124,8

Для целей развития сельскохозяйственной кооперации в субъектах Российской Федерации рекомендуется реализовать меры по следующим основным направлениям [7]:

1. Государственная поддержка, направленная на развитие сельскохозяйственной кооперации.
2. Финансовая поддержка сельскохозяйственных кооперативов.
3. Организационная и информационно-консультационная поддержка сельскохозяйственных кооперативов, оказываемая, в том числе при участии организаций, образующих инфраструктуру поддержки субъектов МСП.
4. Меры, направленные на обучение, подготовку и переподготовку кадров.
5. Организация каналов и рынков сбыта продукции сельскохозяйственных кооперативов и малых форм хозяйствования. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» является федеральный проект «Система поддержки фермеров и развитие сельской кооперации» в рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы».

Оказание государственной поддержки на территории Белгородской области предусмотрено в соответствии с заключёнными соглашениями между правительством Белгородской области и Минсельхозом России. На территории региона действует госпрограмма развития сельского хозяйства Белгородской области. На её реализацию выделяются федеральные средства, также средствами областного бюджета предусмотрено софинансирование. Традиционно есть несколько основных направлений оказания поддержки:

- возмещение части затрат сельхозтоваропроизводителям;
- «стимулирующая» субсидия, направленная на увеличение объёмов производства или определённых показателей;
- подпрограмма «Комплексное развитие сельских территорий»;
- развитие и поддержка малых форм хозяйствования;
- поддержка мелиорации земель сельскохозяйственного назначения [3].

В 2022 году на комплексное развитие сельских территорий выделено порядка 538 млн. рублей из средств федерального бюджета.

Кроме этого, на МФХ распространяются меры государственной поддержки, предусмотренные законодательством РФ для сельскохозяйственных товаропроизводителей и осуществляемые за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов. Органы государственной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления в пределах своих полномочий разрабатывают и осуществляют меры по развитию МФХ и социально-экономическому развитию сельских поселений, в рамках соответствующих программ определяют форму, размеры и порядок поддержки МФХ и обслуживающих их сельскохозяйственных кооперативов и иных организаций. Действующие меры государственных поддержек для малых форм хозяйствования с учетом изменений в 2023 году представлены на рис.1.

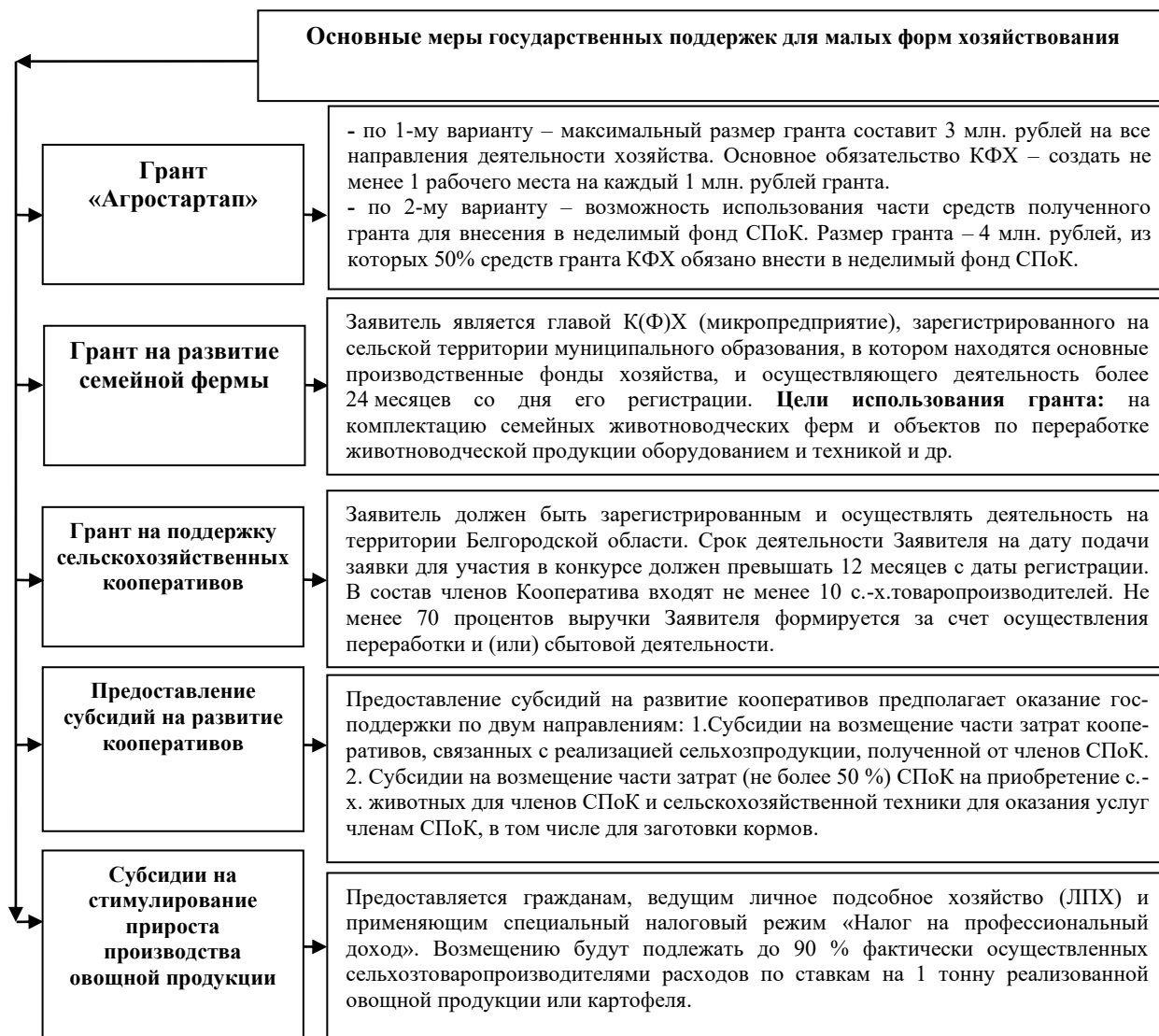


Рис. 1 – Меры государственной поддержки для малых форм хозяйствования в Белгородской области

Государственная поддержка аграрного сектора Белгородской области в 2023 году составит 3,1 млрд. рублей. Большинство бюджетных средств заложено на предоставление прямых субсидий, дотаций. В рамках деятельности исполнительных органов области и формирования областного бюджета в программном формате в 2022 году осуществлялась реализация 18 государственных программ, включающих 104 подпрограммы.

В текущих условиях обеспеченности областного бюджета большое значение имеет возможность привлечения средств на реализацию региональных государственных программ из иных источников финансирования, в первую очередь – средства федерального бюджета.

Область принимает участие в реализации мероприятий государственных программ Российской Федерации, а также национальных проектах. Общий объем финансирования государственной программы «Развитие сельского хозяйства и рыбоводства в Белгородской области» в 2020 году за счет всех источников финансирования составил 11482134,4 тыс. рублей, в том числе за счет средств: областного бюджета – 1095061,3 тыс. рублей, федерального бюджета – 3720015,4 тыс. рублей, внебюджетных источников – 6667057,7 тыс. рублей. В 2022 году освоено - 3752329,4 тыс. рублей. Если анализировать в динамике, то сохраняется относительная стабильность по отношению к 2020г. и тенденция уменьшения по отношению к 2021 г.

Таблица 2 – Объемы финансирования программ АПК Белгородской области

Государственная программа	2020г.		2021г.		2022г.	
	Сумма средств бюджета, тыс. руб.	%	Сумма средств бюджета, тыс. руб.	%	Сумма средств бюджета, тыс. руб.	%
<b>Государственная программа Белгородской области «Развитие сельского хозяйства и рыбоводства в Белгородской области»</b>	<b>11482134,4</b>	<b>100,0</b>	<b>8305113,1</b>	<b>100,0</b>	<b>11244292,9</b>	<b>100,0</b>
<b>В том числе из федерального бюджета</b>	<b>3720015,4</b>	<b>32,4</b>	<b>4167681,3</b>	<b>50,2</b>	<b>3752329,4</b>	<b>33,4</b>
Подпрограмма «Развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства»	2600,0	0,02	1672,4	0,02	-	-
Подпрограмма «Развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства»	100864,9	0,89	100578,6	1,2	17757,2	0,2
Подпрограмма «Поддержка малых форм хозяйствования»	3577285,9	31,2	114830,7	1,4	177228,7	1,6
Подпрограмма «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие»	2742387,3	23,9	3267994,9	39,4	6153386,3	54,7
Подпрограмма «Обеспечение реализации государственной программы»	213600,8	1,9	218542,5	2,6	199807,2	1,8
Подпрограмма «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения»	578653,8	5,0	27297,5	0,3	41918,1	0,4
Подпрограмма «Развитие молочного скотоводства»	20537,5	0,2	8509,7	0,1	-	-
Подпрограмма «Поддержка племенного дела, селекции и семеноводства»	-	-	-	-	39339,5	0,3
Подпрограмма «Развитие отраслей агропромышленного комплекса»	2384640,0	20,8	3569234,8	42,9	2495217,1	22,2
Подпрограмма «Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе»	1699740,3	14,8	946772,6	11,4	1021676,2	9,1
Подпрограмма «Комплексное развитие сельских территорий»	161823,9	1,4	49679,5	0,6	658578,7	5,9
Подпрограмма «Развитие государственной ветеринарной службы Белгородской области»	-	-	-	-	439383,9	3,9

Одним из важных источников финансирования расходов государственных программ области являются внебюджетные средства. В 2022 году на реализацию мероприятий всех государственных программ области привлечено средств из внебюджетных источников финансирования в объеме 52,5 млрд. рублей или 24,4 % от общего объема финансирования госпрограмм, из которых на «Развитие сельского хозяйства и рыбоводства в Белгородской области» направлено 6,1 млрд. рублей.

В 2022 году господдержку получили 75 субъектов малого и среднего предпринимательства. Из них 30 – получатели грантов «Агростартап», семейные фермы, кооперативы, Центр компетенций; 45 – получатели грантов «Агротуризм», субсидии ЛПХ и областные субсидии овощеводам.

Также в 2022 году Белгородская область стала одним из 3 пилотных регионов России, в которых была введена мера поддержки личных подсобных хозяйств, применяющих специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход». Он предусматривает возмещение до 90 % затрат, понесённых на производство и реализацию овощей и картофеля. Ещё до получения урожая и его реализации летом 2022 года ЛПХ был предоставлен аванс в размере половины фактически затраченных гражданами денежных средств на приобретение посадочного материала, семян, удобрений или организацию орошения. После сдачи урожая и представления необходимых документов в октябре-декабре этим ЛПХ была выплачена субсидия на оставшиеся 40 % затрат.

Всего до 90 % затрат, направленных на прирост объема реализованной продукции (овощей открытого и закрытого грунта, а также картофеля), произведённой гражданами, ведущими личные подсобные хозяйства и применяющими специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход», возмещены 34 ЛПХ на сумму, предусмотренную в бюджете на 2022 год – 2 млн. рублей.

Кроме того, субсидии выделялись:

- на реконструкцию и модернизацию теплиц трём хозяйствам на общую сумму 6 млн. 604 тысяч рублей;

- на мелиорацию земель пяти хозяйствам на общую сумму 9 млн. 654 тысяч рублей.

Всего в 2022 году по данным направлениям выплачено 16 млн. 258 тысяч рублей за счет средств областного бюджета.

В целом, необходимо ответить, что государственная поддержка направлена на достижение целевых показателей производства, устойчивое развитие сельского хозяйства региона, а также выполнение задачи, поставленной губернатором Вячеславом Гладковым, – увеличение ВРП области в 2 раза.

Несмотря на положительную прогнозную динамику экономических показателей в области государственной поддержки сельскохозяйственной отрасли, нельзя не отметить следующие негативные факторы, которые оказывают давление на сельское хозяйство [6]:

1. Административные барьеры, которые проявляются во множестве проводимых и не регламентированных проверок сельскохозяйственных товаропроизводителей, осуществляемые различными ведомствами, что приводит к применению государственных регулирующих механизмов.

2. Проблема организации сельскохозяйственной деятельности, что снижает качество управления процесса продвижения и использования продукции.

3. Слабое развитие инфраструктуры предоставления интегральной финансовой, материальной, информационной, консультационной и организационно-методической помощи сельскохозяйственным предприятиям, что ограничивает их доступ к новым видам деятельности, уменьшает их долю на мировом рынке товаров и услуг, увеличивает издержки производства, что в свою очередь снижает конкурентоспособность сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Для повышения эффективности развития сельскохозяйственных товаропроизводителей и стимулирования их деятельности считаем целесообразным руководствоваться следующими рекомендациями:

- обеспечить оптимальные условия для привлекательности сельскохозяйственной отрасли РФ путем создания инфраструктуры, реализующей институциональную, финансовую, кредитную, налоговую и тарифную политики;

- расширить масштабы финансовой поддержки на первых этапах введение деятельности сельскохозяйственного производителя в рамках программ поддержки сельского хозяйства;

- создавать новые и совершенствовать уже существующие правовые, экономические и управленческие механизмы стимулирования вывода конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции на внутренние и внешние рынки;

- обеспечить баланс интересов государства и сельскохозяйственных товаропроизводителей;

- повысить спрос на сельскохозяйственную продукцию и привлечь частных инвесторов к финансированию высокотехнологичных проектов;

- совершенствовать практику налогового администрирования действующих налоговых льгот, которые направлены на стимулирование активности сельскохозяйственных предприятий в рамках снижения налоговой нагрузки;

- подготовить и информационно сопровождать сельскохозяйственных товаропроизводителей, как в текущей деятельности, так и в сфере их внешнеэкономической деятельности в целях повышения использования экспортно-импортного потенциала страны [4].

На сегодняшний день основными приоритетами государственной поддержки сельского хозяйства станут – ускоренное импортозамещение, наращивание экспортного потенциала, стимулирование роста производства основных видов сельскохозяйственной продукции, развитие мелиорации, развитие малых форм хозяйствования и кооперации в селе. А совершенствование механизмов и мер государственной поддержки сельского хозяйства будет способствовать уменьшению количества межбюджетных трансферов, упрощению механизмов распределения бюджетных средств, сокращению сроков доведения бюджетных средств до получателей, введению нового механизма кредитования в сельском хозяйстве. Данные мероприятия должны привести к повышению оперативности управления распределением бюджетных средств с учетом текущей ситуации в АПК.

#### Библиография

1. Анализ эффективности господдержки от Минсельхозпрода Белгородской области. URL: <https://www.agroxxi.ru/agroeconomics/analiz-yeffektivnosti-gospodderzhki-ot-minselhozproda-belgorodskoi-oblasti.html>.

2. Постановление Правительства Белгородской обл. от 15.05.2017 N 162-пп (ред. от 21.03.2022) «О мерах государственной поддержки малого и среднего предпринимательства Белгородской области». URL: <https://belgorodinvest.com/upload/iblock/e26/9ypfs41z3ni1lsge843ds1hnnqrezbgd.pdf>.

3. Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Белгородской области: <https://www.belapk.ru>.

4. Аничин В.Л., Елфимов А.Д. Совершенствование государственного регулирования воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве. Монография. Белгород. 2015.

5. Золотарёва О.И., Золотарев С.Н. Мероприятия, направленные на повышение финансовой устойчивости сельскохозяйственной организации // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. Материалы XXIII международной научно-производственной конференции. 2019. С. 203–205.

6. Золотарёва О.И., Золотарев С.Н. К вопросу повышения качества государственного регулирования в сфере малого и среднего предпринимательства // Управленческие и маркетинговые аспекты развития субъектов АПК и агропродовольственного рынка. Материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 45-летию кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 2016. С. 42–46.

7. Наседкина Т.И., Черных А.И. Кооперативная модель экономического развития в условиях глобализации: секторальный аспект // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 9–6 (56). С. 75–80.

8. Простенко А.Н., Добрунова А.И., Золотарёва О.И. Современное состояние и перспективы развития малого инновационного бизнеса региона // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 288–295.

#### References

1. Analysis of the effectiveness of state support from the Ministry of Agriculture and Food of the Belgorod Region. URL: <https://www.agroxxi.ru/agroeconomics/analiz-yeffektivnosti-gospodderzhki-ot-minselhozproda-belgorodskoi-oblasti.html>.

2. Decree of the Government of the Belgorod region. dated May 15, 2017 N 162-pp (as amended on March 21, 2022) «On measures of state support for small and medium-sized businesses in the Belgorod region». URL: <https://belgorodinvest.com/upload/iblock/e26/9ypfs41z3ni1lsge843ds1hnnqrezbgd.pdf>.

3. Website of the Ministry of Agriculture and Food of the Belgorod Region: <https://www.belapk.ru>.

4. Anichin V.L., Elfimov A.D. Improving state regulation of the reproductive process in agriculture. Monograph. Belgorod. 2015.

5. Zolotareva O.I., Zolotarev S.N. Activities aimed at increasing the financial sustainability of an agricultural organization // Innovative solutions in agricultural science – a look into the future. Materials of the XXIII International Scientific and Industrial Conference. 2019. Pp. 203–205.

6. Zolotareva O.I., Zolotarev S.N. On the issue of improving the quality of state regulation in the field of small and medium-sized businesses // Management and marketing aspects of the development of subjects of the agro-industrial complex and the agri-

food market. Materials of the interregional scientific and practical conference dedicated to the 45th anniversary of the Department of Management and Marketing in the Agro-Industrial Complex of the Voronezh State Agrarian University. 2016. Pp. 42–46.

7. Nasedkina T.I., Chernykh A.I. Cooperative model of economic development in the context of globalization: sectoral aspect // Competitiveness in the global world: economics, science, technology. 2017. № 9–6 (56). Pp. 75–80.

8. Prostenko A.N., Dobrunova A.I., Zolotareva O.I. Current state and prospects for the development of small innovative business in the region // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2020. № 4 (28). Pp. 288–295.

#### **Сведения об авторах**

Золотарёва Оксана Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.: 89056752256, savateevaoksana@mail.ru.

Золотарёв Сергей Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.: 89103647126, s.n.zolotarev@mail.ru.

Простенко Александр Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.: +79103231549, e-mail: prostenko\_an@bsaa.edu.ru.

#### **Information about authors**

Zolotareva Oksana Ivanovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.: 89056752256, savateevaoksana@mail.ru.

Zolotarev Sergey Nikolaevich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.: 89103647126, s.n.zolotarev@mail.ru.

Prostenko Alexander Nikolaevich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone: +79103231549, e-mail: prostenko\_an@bsaa.edu.ru.

УДК 631:316.48

Э.А. Калафатов

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СУБЪЕКТОВ-НОСИТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**Аннотация.** Продовольственное обеспечение населения страны связано с состоянием сельского хозяйства, которое является важной подсистемой устойчивого развития сельских территорий. Поэтому для России в связи с изменением внешнеполитических условий и санкционного давления на экономику возрастает значимость решения проблем в аграрной сфере. В связи с тем, что результатом проявления экономических отношений выступают экономические интересы, то их формирование и качественная реализация считаются одной из движущих сил развития общества. Новым предметом для исследований в этой области является взаимодействие субъектов-носителей экономических интересов АПК. К главным участникам воспроизводственных процессов относятся: население, хозяйствующие субъекты, органы власти, взаимодействие которых включает многочисленные связи, обусловленные их материальными и социальными потребностями, предполагающие необходимость согласования, а затем и оптимизации с другими интересами субъектов. Доказано, что многообразие субъектов хозяйствования на селе приводит к несовпадению интересов, ограничивая их возможности в реализации, обостряя уже имеющиеся проблемы. Одной из таких проблем является существенная дифференциация макрорегионов страны по уровню развития сельского хозяйства (в группу лучших попало 7,3 % регионов, в группу средних – 13,4 %, а в наихудшую – 68,3 %). Наряду с этим обострились противоречия между самими хозяйствующими субъектами АПК, а также между ними и органами власти, что негативно сказывается на отрасли сельского хозяйства. Проведенное исследование выявило двойственность интересов как в аграрной сфере экономики, так и на сельских территориях, обусловленная с индивидуальным и коллективным потреблением природно-ресурсного потенциала, трансформацией отношений собственности, уровнем социальной ответственности сельхозпроизводителей. Для повышения эффективности сельского хозяйства необходимо объединение усилий органов власти всех уровней с интересами субъектов сельской местности (личные, коллективные, общественные).

**Ключевые слова:** сельские территории, экономические интересы, сельское хозяйство, взаимодействие, согласованность интересов.

## INTERACTION OF SUBJECTS-CARRIERS OF ECONOMIC INTERESTS IN THE AGRICULTURAL SPHERE OF RURAL TERRITORIES

**Abstract.** The food supply of the population of the country is connected with the state of agriculture, which is an important subsystem of sustainable development of rural areas. Therefore, for Russia, due to changes in foreign policy conditions and sanctions pressure on the economy, the need to solve problems in the agricultural sector is increasing. Due to the fact that economic interests are the result of the manifestation of economic relations, their formation and qualitative implementation are considered one of the driving forces of the development of society. A new subject for research in this area is the interaction of subjects-carriers of the economic interests of the agro-industrial complex. The main participants of reproduction processes include: the population, economic entities, authorities, whose interaction includes numerous connections due to their material and social needs, suggesting the need for coordination and then optimization with other interests of the subjects. It is proved that the diversity of business entities in rural areas leads to a mismatch of interests, limiting their opportunities for implementation, exacerbating existing problems. One of such problems is the significant differentiation of the country's macro-regions by the level of agricultural development (7.3 % of the regions fell into the best group, 13.4 % into the middle group, and 68.3 % into the worst). Along with this, the contradictions between the economic entities of the agro-industrial complex themselves, as well as between them and the authorities, have worsened, which negatively affects the agricultural sector. The conducted research revealed the duality of interests both in the agricultural sector of the economy and in rural areas, due to the individual and collective consumption of natural resource potential, the transformation of property relations, the level of social responsibility of agricultural producers. To increase the efficiency of agriculture, it is necessary to combine the efforts of authorities at all levels with the interests of subjects with rural areas (personal, collective, public).

**Keywords:** rural territories, economic interests, agriculture, interaction, coherence of interests.

### Введение.

Основными целями устойчивого развития сельских территорий являются улучшение качества жизни сельского населения, продовольственное обеспечение и уменьшение техногенной нагрузки аграрного сектора на окружающую природную среду. Исходя из этого, для перехода на стратегический вектор сельского развития и достижения сбалансированности интересов всех участников социально-экономических процессов на селе необходим поиск новых форм и механизмов взаимодействия органов власти, бизнеса и сельского населения [1]. В данном научном контексте экономическая, социальная и экологическая среда сельских территорий определяет конечный результат их устойчивого развития – повышение качества жизни сельского населения на основе взаимодействия субъектов экономических интересов и внутрисистемных связей [2].

Являясь одной из важнейших подсистем сельских территорий, влияющих на их устойчивое развитие, отрасль сельского хозяйства сталкивается с нерешенными вопросами, такими как: рациональное использование земельных и трудовых ресурсов, наличие и развитие инженерно-производственной инфраструктуры, загрязнение окружающей среды и др. Однако, несмотря на усиление внимания к имеющимся проблемам сельского хозяйства, вопросы взаимодействия субъектов-носителей экономических интересов в аграрной сфере сельской экономики не нашли должного отражения в экономических исследованиях. Поэтому сложившаяся ситуация на селе требует научного переосмысления проблем и создания условий, направленных на достижение оптимального взаимодействия и согласованности интересов хозяйствующих субъектов АПК.

В связи с этим необходимы исследования с позиций выстраивания иерархии интересов не только участников аграрного производства и государства, но и местного населения, что позволит повысить обоснованность принимаемых управленческих решений по вопросам социально-экономического развития отдельных сельских муниципальных образований и региона в целом.

### Изложение основного материала исследований и его обсуждение.

На законодательном уровне России термин «устойчивое развитие сельских территорий» получил официальное признание в 2006 г. Так, согласно определению, сформулированному в Федеральном законе № 264 «О развитии сельского хозяйства», под устойчивым развитием сельских территорий понимается «стабильное социально-экономическое развитие, увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции, повышение эффективности сельского хозяйства, достижение полной занятости сельского населения и повышение уровня его жизни, рациональное использование земель» [3].

Несмотря на то, что данное определение не затрагивает важный аспект – многофункциональность сельских территорий, тем не менее, в экономической подсистеме до сих пор центральное место принадлежит сельскохозяйственному производству, и взаимосвязь аграрного сектора и сельских территорий заключается в формировании социально-экономических основ развития сельской местности.

Поэтому устойчивое развитие сельских территорий должно увязываться с балансом интересов всех субъектов сельской местности, учитывая значимость аграрного сектора экономики: личный приоритет селян в рамках улучшения качества жизни (личные); расширенное воспроизводство в процессе повышения эффективности сельского хозяйства как ключевой отрасли сельских территорий (коллективные) и создание условий для национальной, в том числе продовольственной безопасности (общественные) [4, 5].

Для России, в связи с ее пространственной дифференциацией, характерна неравномерность обеспечения территорий различными видами ресурсов, что приводит к пространственной асимметрии регионов и, как следствие, влияет на развитие сельских территорий. Как показывает практика, основой социально-экономической дифференциации являются наиболее значимые диспропорции социально-экономического пространства России: различия макрорегионов по уровню экономического развития, в т.ч. и сельского хозяйства, а также качеству жизни сельского населения. В результате таких процессов нарастает поляризация отдельных сельских районов, в одних из которых концентрируется население, формируются центры промышленной, рекреационной деятельности и логистических узлов, а в других, наоборот, наблюдаются сжатие аграрного пространства, распад крупных аграрных хозяйств, сокращение численности сельского населения.

Для того, чтобы выявить причины дифференциации, в разрезе макрорегионов России была проведена типизация по уровню развития аграрной отрасли экономики, показавшая достаточно «мозаичную картину» (рис. 1) вследствие различной специализации сельского хозяйства, наличия отраслей с неодинаковой степенью интенсивности, а также осуществленных затрат труда на единицу площади и на единицу производимой продукции.

Лидером среди макрорегионов России за 2017-2021 гг. является Центрально-Черноземный, во всех областях которого за период исследования наблюдался рост темпов производства сельскохозяйственной продукции в 2,5-3 раза, что стало возможным за счет грамотного использования природного-ресурсного потенциала в сочетании с современными технологиями. Аутсайдером стал Северный макрорегион, сельские территории которого попали в наихудшую группу, что можно объяснить неблагоприятным географическим расположением, не пригодным для ведения сельского хозяйства.

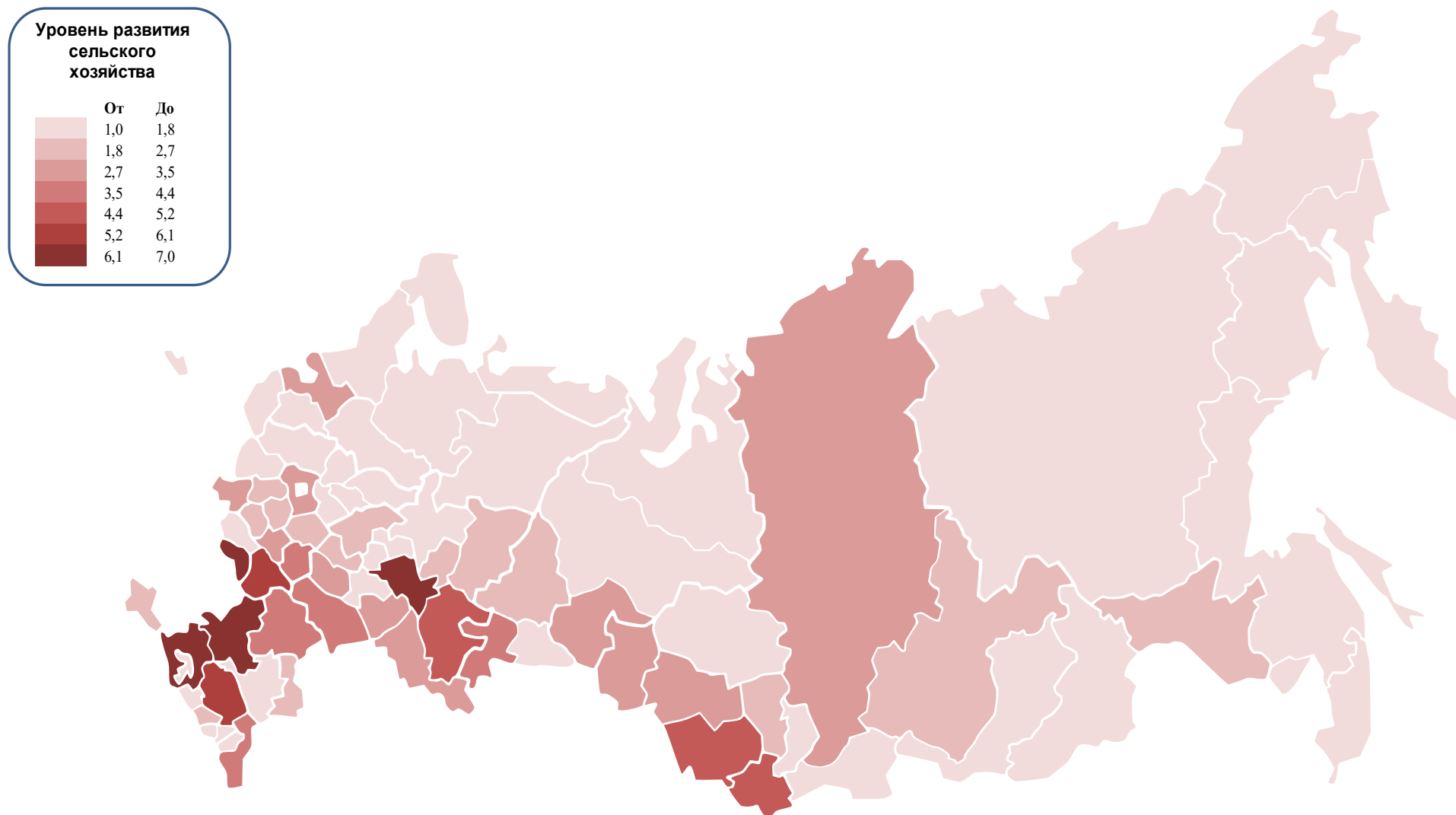
Вместе с этим темпы роста всей аграрной отрасли достаточно высоки и находятся в диапазоне от 4,5 (Псковская область) до 1,2 раза (Архангельская область). Однако в Мурманской области и Республике Саха (Якутия) зафиксировано наоборот снижение производства в 2 раза, что отразилось на ухудшении развития данных макрорегионов, в которые они входят (Северо-Западный и Дальневосточный).

Полученные результаты свидетельствуют, что на протяжении рассматриваемого периода в рейтинге основных производителей сельскохозяйственной продукции изменений не наблюдалось. Так, первым по производству продукции сельского хозяйства в 2021 г. стал Краснодарский край, его доля в общероссийских показателях – 7,0 % (556,2 млрд руб.). Второе место занимает сельское хозяйство Ростовской области с долей в 5,1 % (408,2 млрд руб.). Третьим по общей стоимости произведенной аграрной продукции стала Белгородская область, ее доля составила 4,3 % (348,0 млрд руб.). Сельское хозяйство Воронежской области на четвертом месте (4,0 % от общей стоимости или 319,4 млрд руб.). Замыкает пятерку лидеров Ставропольский край, где в 2021 г. произведено сельскохозяйственной продукции на сумму 287,2 млн руб., или 3,6 % в общем объеме по стране.

Несмотря на положительные изменения, происходящие в аграрной сфере, половина всех регионов Российской Федерации попали в наихудшую группу по уровню развития сельского хозяйства. Это обусловлено не только природно-климатическими особенностями выращивания сельскохозяйственной продукции, но и диспаритетом цен, убыточностью при высоком урожае, ограниченностью рамками производства и сформированной инфраструктурой, не позволяющей ее быстро транспортировать, перерабатывать и реализовать. Наряду с этим происходит «социальное и демографическое пространственное сжатие» в сельской местности [6], нарастает отток сельского населения в города, снижается уровень эффективности аграрного производства на фоне ликвидации сельскохозяйственных предприятий, а величина заработной платы работников аграрной сферы продолжает оставаться одной из самых низких по сравнению с другими отраслями народного хозяйства.

Эти негативные явления в немалой степени повлияли на изменения в мышлении всех сельских жителей и утрату их интересов, и прежде всего на производителей сельскохозяйственной продукции. Экономические интересы субъектов аграрной сферы обусловлены их материальными и социальными потребностями, поэтому в процессе воспроизводства необходимо их согласовывать, а затем и оптимизировать с другими интересами субъектов территории [7, 8].





**Рис. 1 – Дифференциация сельских территорий макрорегионов Российской Федерации по уровню развития сельского хозяйства (балльная оценка)**

Источник: составлено автором на основе [9].

Многообразие субъектов-носителей экономических интересов в АПК и их взаимодействие (государство, собственники капитала, управленческий персонал, наемные работники, арендаторы, поставщики, покупатели и др.) формируют сложный конгломерат противоречащих друг другу экономических интересов, каждый из которых имеет особые мотивы участия в формировании и распределении доходов от сельскохозяйственного производства (рис. 2).

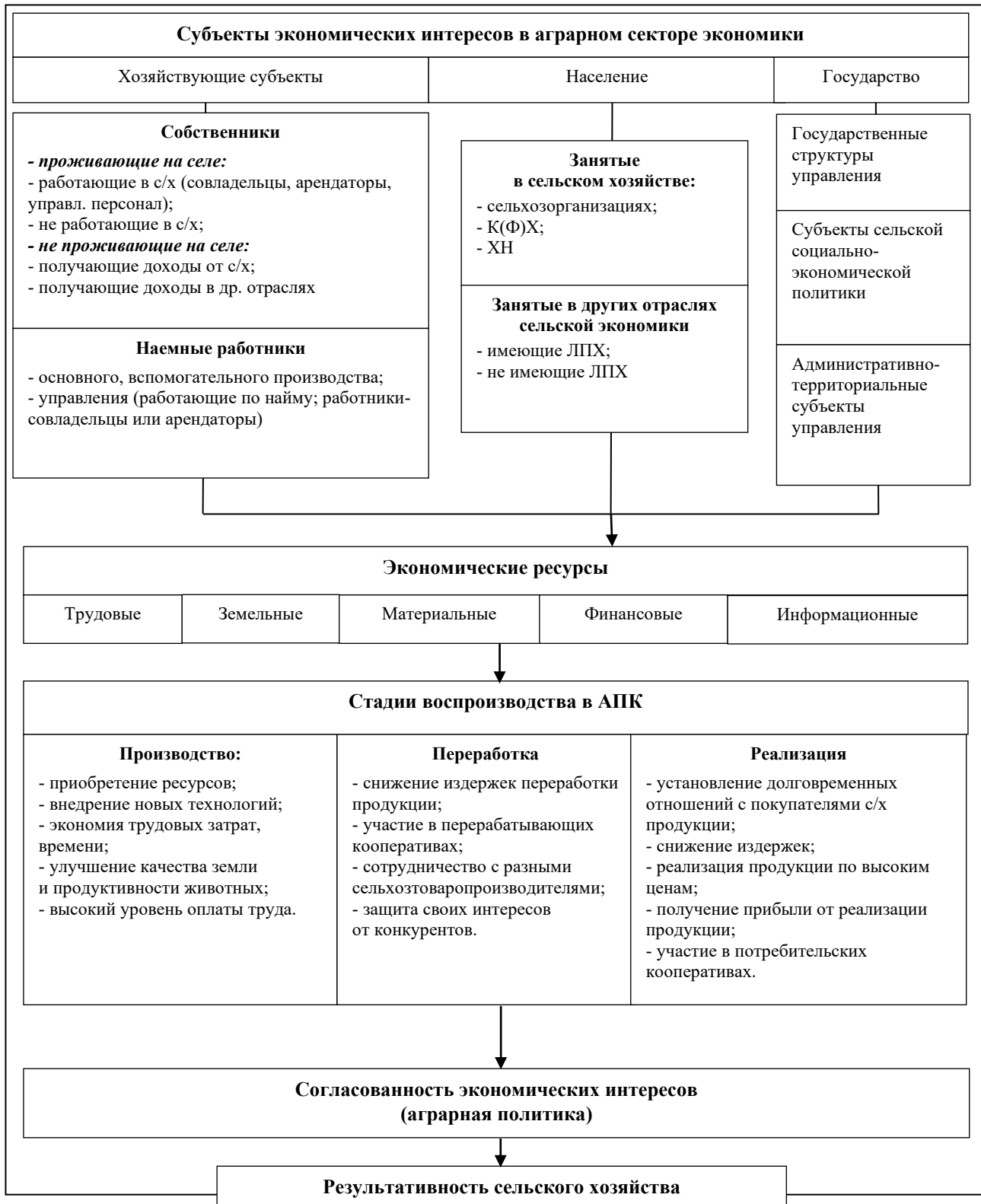


Рис. 2 – Взаимодействие субъектов-носителей экономических интересов в аграрной сфере

Источник: составлено автором.

На региональном уровне наблюдаются разно векторные интересы территориально-отраслевых комплексов и отдельных отраслей общественного производства, на муниципальном уровне – несовпадение интересов хозяйствующих субъектов (в первую очередь представителей крупного бизнеса) и социума в контролируемом ими экономическом пространстве. Так-

же происходит ужесточение конкуренции между самими хозяйствующими субъектами, что существенно ограничивает их возможности по реализации собственных экономических интересов [10].

Сельские территории являются основой для взаимодействия между различными субъектами, в центре которых функционируют упорядоченные социально-экономические отношения, чаще всего базирующиеся на господстве и подчиненности. В процессе сотрудничества между ними создаются организации (с социально-экономическими, культурными целями), которые, в свою очередь, активизируют коллективные действия, связанные с частными интересами, и обеспечивают положительную (при отсутствии согласованности – отрицательную) обратную связь.

Главными участниками воспроизводственных процессов на сельских территориях, как уже отмечалось, принято считать: население; хозяйствующие субъекты; предприятия некоммерческого сектора. В то же время при переходе к устойчивому развитию сельских территорий важно учитывать интересы и потребности иерархических уровней управления в соответствии с принципом «встречных потоков». Существует три основных вида отношений (связей) в иерархии управления: верховенство и подчиненность; управляющий элемент; управляемый элемент. Центральным звеном системы управления является руководство сельскими территориями, которое через директивно-информационные связи осуществляет управление. Управляющий элемент направляет командную информацию управляемому элементу, в которой определяется, какого состояния необходимо ему достичь. В данном случае важное значение имеет обратная связь – управляемый элемент в обязательном порядке передает информацию о фактическом положении управляемому элементу. В соответствии с этим, необходима отлаженная система взаимодействия «центр – регион – сельские территории» [11].

Поэтому проблема преодоления противоречивости и обеспечения на этой основе согласованности экономических интересов на всех уровнях управления (федеральном, региональном и муниципальном) остается актуальной и весьма значимой.

В плановой экономике СССР повышению эффективности механизма формирования и единства экономических интересов в сельском хозяйстве уделялось много внимания. Особое воздействие было направлено не только на создание системы оплаты труда, исходя из повышения его эффективности и качества, но и на усиление заинтересованности работников сельскохозяйственных предприятий в выполнении работ с меньшим числом занятых, на осуществление качественно нового подхода к организации труда и др.

Происходящие в 1990-х гг. рыночные преобразования привели к формированию в России многоукладной экономики и трансформировали систему экономических отношений и форму их проявления через личные, коллективные и общественные интересы. В связи с этим обострились противоречия между самими хозяйствующими субъектами АПК, а также между ними и органами власти, что негативно сказывается на отрасли сельского хозяйства. Кроме этого, существует двойственность интересов не только аграрной экономики, но и сельских территорий.

Двойственность сельской территории проявляется, с одной стороны, ее состоянием, когда можно отследить происходящие на ней изменения, а с другой – влиянием факторов внешнего воздействия (демографическая ситуация, выбор сельскими жителями места работы и т.д.), что в целом определено внутренними факторами. Это объясняется тем, что субъекты хозяйствования и население сельских территорий объединены не только индивидуальным потреблением, определяющим потребность в производстве различных благ, но и совместным потреблением необходимого для жизни природно-ресурсного потенциала: земли, воздуха, воды, электроэнергии, различными коммуникациями и т.д.

Двойственность аграрной экономики обусловлена как трансформацией отношений собственности, так и уровнем социальной ответственности сельхозпроизводителей по отношению к населению сельских территорий, на которых функционируют их предприятия, что в свою очередь приводит к новым экономическим проблемам. Прежде всего, это связано с местом жительства (проживающие или не проживающие на селе) и со сферой занятости (непосредственно занятые в сельском хозяйстве или в других отраслях, а также незанятое население). Повышение эффективности сельского хозяйства требует создания и отработки механизма и процедур обеспечения баланса интересов всех субъектов в сельской местности.

Наиболее распространенными способами регулирования (сочетания, согласования) интересов являются выстраивание иерархии интересов и установление пределов их реализации (критерий оптимального роста общественного благосостояния), что позволит повысить степень удовлетворения экономических интересов не только участников аграрного производства и государства, но и местного населения [12].

Обоснование институциональных и мотивационных механизмов согласования интересов всех хозяйствующих субъектов и населения – первоочередная задача современной аграрной политики и сельского развития. Поэтому устойчивое развитие сельских территорий должно базироваться на объединении усилий органов власти всех уровней и увязываться с балансом интересов субъектов сельской местности (личные, коллективные, общественные), что возможно при едином подходе к эффективному стратегическому развитию сельских территорий.

#### **Заключение.**

Взаимодействие субъектов АПК сельских территорий с учетом согласованности их интересов является одним из факторов, влияющих на эффективность сельского хозяйства – экономической подсистемы устойчивого развития сельских территорий. Однако многообразие субъектов хозяйствования на селе приводит к несовпадению экономических интересов, ограничивая их возможности в реализации, вследствие чего необходимо упорядочение социально-экономических отношений сельского сообщества за счет обеспечения баланса интересов населения, хозяйствующих субъектов и органов власти.

В процессе исследования выявлены существенная неравномерность макрорегионов по уровню развития сельского хозяйства (лидер – Центрально-Черноземный, а аутсайдер – Северный макрорегион) и причины такой дифференциации, повлиявшие не только на развитие сельских территорий, но и на изменения в мышлении всех сельских жителей и утрату их интересов. Это, прежде всего, касается оплаты труда, соблюдения социальных гарантий, карьерного роста, профессиональной самореализации, комфортных и безопасных условий труда, достаточного количества объектов социальной и инженерной инфраструктуры.

Применительно к сельским территориям определены субъекты-носители экономических интересов в АПК (государство, собственники капитала, управленческий персонал, наемные работники, арендаторы, поставщики, покупатели и др.) и обоснована двойственность интересов как аграрной экономики, так и сельских территорий, приводящая к новым экономическим проблемам. Поэтому повышение эффективности сельского хозяйства требует создания и отработки механизма и процедур обеспечения баланса интересов всех субъектов в сельской местности, что позволит вывести сельские территории на качественно новый уровень развития.

### Библиография

1. Божченко Ж.А. Механизм реализации экономических интересов в сельскохозяйственных организациях: монография / Ж. А. Божченко – М. : Проспект, 2017. – 128 с.
2. Меренкова И.Н. Приоритеты социально ориентированного развития сельских территорий и поселений / И. Н. Меренкова, В. Г. Перцев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2016. – № 4. – С. 54–57.
3. Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 г. № 264–ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64930/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/) (дата обращения: 17.05.2023).
4. Меренкова И.Н. Современные проблемы жизнеобеспечения населения сельских территорий / И. Н. Меренкова, А. И. Добрунова, А. А. Сидоренко, О. А. Жарикова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 2 (26). – С. 208–218.
5. Особенности развития социально-экономических систем: проблемы, тенденции, перспективы / А. В. Графов, Г. К. Гудович, А. А. Давыдова и др.: коллективная монография. – Кн. 2, часть 2. – Тамбов, 2013. – 236 с.
6. Калугина З.И. Новая парадигма сельского развития / З. И. Калугина, О. П. Фадеева // Мир России. – 2009. – Т. 18. – № 2. – С. 34–49.
7. Айзикович А.С. Потребности и интересы. Марксистско-ленинская теория исторического процесса / А. С. Айзикович – М., 1981. – 143 с.
8. Воробьев С.П. Особенности формирования и реализации экономических интересов в сельском хозяйстве / С. П. Воробьев, Г. М. Гриценко, В. В. Воробьева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 6 (61). – С. 78–83.
9. Федеральная государственная служба статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 09.02.2023).
10. Улезько А.В. Механизм реализации экономических интересов сельского населения / А. В. Улезько, И. М. Семёнова. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2017. – 179 с.
11. Михайлюк О.В. Экономические интересы субъектов муниципального уровня / О. В. Михайлюк // Сборник научных трудов Sworld. 2013. – Т. 38. – № 3. – С. 82–88.
12. Авдеев И.М. Согласование экономических интересов субъектов в хозяйственной системе / И. М. Авдеев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2009. – № 4 (72). – С. 337–340.

### References

1. Bozhchenko Zh.A. Mekhanizm realizacii ekonomicheskikh interesov v sel'skohozyajstvennykh organizatsiyah: monografiya [Mechanism for the realization of economic interests in agricultural organizations] / Zh. A. Bozhchenko – M. : Prospekt, 2017. – 128 s.
2. Merenkova I.N. Prioritety social'no orientirovannogo razvitiya sel'skih territorij i poselenij [Priorities for Socially Oriented Development of Rural Areas and Settlements] / I. N. Merenkova, V. G. Percev // Ekonomika sel'skohozyajstvennykh i pererabatyvayushchih predpriyatij. – 2016. – № 4. – С. 54–57.
3. Federal'nyj zakon «O razvitii sel'skogo hozyajstva» ot 29.12.2006 g. № 264–FZ [Federal Law «On the Development of Agriculture»] [Elektronnyj resurs]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64930/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/) (data obrashcheniya: 17.05.2023).
4. Merenkova I.N. Sovremennye problemy zhizneobespecheniya naseleniya sel'skih territorij [Modern problems of the life support of the population of rural areas] / I. N. Merenkova, A. I. Dobrunova, A. A. Sidorenko, O. A. Zharikova // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – 2020. – № 2 (26). – S. 208–218.
5. Osobennosti razvitiya social'no-ekonomicheskikh sistem: problemy, tendencii, perspektivy [Development of the socio-economic system: problems, trends, prospects] / A. V. Grafov, G. K. Gudovich, A. A. Davydova i dr.: kollektivnaya monografiya. – Кн. 2, chast' 2. – Tambov, 2013. – 236 s.
6. Kalugina Z.I. Novaya paradigma sel'skogo razvitiya [A new paradigm for rural development] / Z. I. Kalugina, O. P. Fadeeva // Mir Rossii. – 2009. – Т. 18. – № 2. – С. 34–49.
7. Ajzikovich A.S. Potrebnosti i interesy. Marksistsko-leninskaya teoriya istoricheskogo processa [Needs and interests. Marxist-Leninist theory of the historical process] / A. S. Ajzikovich. – М., 1981. – 143 s.
8. Vorob'ev S.P. Osobennosti formirovaniya i realizacii ekonomicheskikh interesov v sel'skom hozyajstve [Peculiarities of formation and realization of economic interests in agriculture] / S. P. Vorob'ev, G. M. Gricenko, V. V. Vorob'eva // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2017. – № 6 (61). – S. 78–83.
9. Federal'naya gosudarstvennaya sluzhba statistiki [Federal State Statistics Service]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (data obrashcheniya: 09.02.2023).
10. Ulez'ko A.V. Mekhanizm realizacii ekonomicheskikh interesov sel'skogo naseleniya [Mechanism for realizing the economic interests of the rural population] / A. V. Ulez'ko, I. M. Semenova. – Voronezh : Voronezhskij GAU, 2017. – 179 s.
11. Mihajlyuk O.V. Ekonomicheskie interesy sub"ektov municipal'nogo urovnya [Economic interests of municipal level entities] / O. V. Mihajlyuk // Sbornik nauchnyh trudov Sworld. 2013. – Т. 38. – № 3. – С. 82–88.
12. Avdeev I.M. Soglasovanie ekonomicheskikh interesov sub"ektov v hozyajstvennoj sisteme [Coordination of economic interests of entities in the economic system] / I. M. Avdeev // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki. – 2009. – № 4 (72). – S. 337–340.

### Сведения об авторах

Калафатов Эдем Амитьевич, доцент кафедры финансов и кредита, Институт экономики и управления, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», проспект Академика Вернадского, 4 г, Симферополь, Россия, 295007, +79788072110, e-mail: [kalafatov\\_edem@mail.ru](mailto:kalafatov_edem@mail.ru).

### Information about authors

Kalafatov Edem Amityevich, Associate Professor of the Department of Finance and Credit, Institute of Economics and Management, the Crimean Federal University by V.I. Vernadsky, Academica Vernadskogo Avenue, 4 g, Simferopol, Russia, 295007, +79788072110, e-mail: [kalafatov\\_edem@mail.ru](mailto:kalafatov_edem@mail.ru).

УДК 338.43

Д.П. Кравченко, А.Н. Акупиян

## К ВОПРОСУ ИНТЕНСИВНОГО ИННОВАЦИОННОГО ТИПА ПРОИЗВОДСТВА В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Аннотация.** Результаты внедрения инноваций отражаются в увеличении объема продаж, снижении себестоимости продукции, росте фондовооруженности и производительности труда, повышении рентабельности работы и других производственно-финансовых показателей деятельности аграрных предприятий, а также социально-экономического развития сельских территорий.

В статье авторами раскрывается организационно-экономический механизм инновационно-интенсивного развития предприятий сферы АПК, который базируется на комплексной системе научно-технических, экономических, технологических исследований и разработок и зависит от организационно-правовых, экономических, юридических и технических рычагов повышения эффективности деятельности. Выделена и обоснована составляющая научного обеспечения инновационно-интенсивного развития, способы и направления ее реализации в сельскохозяйственном производстве.

Обосновано, что определяющую роль в современных условиях для формирования инновационно-интенсивного типа развития играет совокупность факторов, которые условно подразделяются на внешние и внутренние, организационно-управленческие, научно-технические, технологические, информационные и др.

По результатам исследований предложены сферы применения научных разработок и выделены направления их реализации на пути перехода к инновационно-интенсивному типу производства в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, производственная система, интенсификация, инновационно-интенсивное развитие.

## ON THE ISSUE OF INTENSIVE INNOVATIVE TYPE OF PRODUCTION IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

**Abstract.** The results of the introduction of innovations are reflected in an increase in sales, a reduction in the cost of production, an increase in the stock and labor productivity, an increase in the profitability of work and other production and financial indicators of agricultural enterprises, as well as socio-economic development of rural areas.

In the article, the authors reveal the organizational and economic mechanism of innovation-intensive development of agricultural enterprises, which is based on a comprehensive system of scientific, technical, economic, technological research and development and depends on organizational, legal, economic, legal and technical levers to increase the efficiency of activities. The component of scientific support of innovation-intensive development, methods and directions of its implementation in agricultural production are identified and justified.

It is proved that the determining role in modern conditions for the formation of an innovation-intensive type of development is played by a set of factors that can be conditionally divided into external and internal, organizational and managerial, scientific and technical, technological, informational, etc.

According to the results of the research, the spheres of application of scientific developments are proposed and the directions of their implementation on the way to the transition to an innovation-intensive type of production in agriculture are highlighted.

**Keywords:** agriculture, production system, intensification, innovation-intensive development.

**Введение.** Для развития современного сельскохозяйственного производства в России исключительно важное значение имеют инновационные приоритеты. Поскольку активизация инновационной деятельности предприятий является необходимым условием развития экономики, в частности производственной сферы, повышения качества продукции и роста рыночных возможностей предприятий, появления новых товаров, а также средством, с помощью которого происходит адаптация к изменениям во внешней среде.

Эффективность инновационной деятельности в агропромышленном комплексе в условиях глобализации достигается путем:

- урегулирования нормативно-правового обеспечения сферы стимулирования инновационной деятельности;
- создания системы кадрового обеспечения на основе учета специфики ведения агропромышленного производства;
- сокращения разрыва инноваций в сфере мобилизации собственных средств сельскохозяйственных предприятий, а также активизации инвестирования инноваций путем государственной поддержки;
- обеспечения доступных условий кредитования и привлечения других финансовых источников для развития инфраструктуры инновационного процесса и использования эффективных механизмов управления научно-технической деятельностью с использованием новых разработок в практике [1].

В современных условиях эффективное развитие сельского хозяйства возможно лишь на основе интенсификации и внедрения достижений научно-технического прогресса в АПК (агропромышленном комплексе). Проблема интенсификации деятельности сельскохозяйственных предприятий приобретает особое значение в связи с уменьшением уровня ресурсного обеспечения и потребности в формировании и эффективном использовании производственного потенциала.

Практика свидетельствует, что на повышение эффективности производства сельхозпродукции в аграрном секторе значительное влияние оказывает инновационная активность, предполагая рост производительности на основе повышения уровня технического обеспечения, широкого использования новейших средств производства и привлечение квалифицированных кадров.

Вопросы интенсификации и эффективного развития сельскохозяйственного производства раскрываются в трудах отечественных ученых А.И. Алтухова, Р.Г. Ахметова, Н.В. Войтоловского, А.В. Воронцовского, Н.Я. Коваленко, А.В. Колесникова, М.В. Мельник, И.Г. Ушачева, Г.В. Шадринной и др. Несмотря на наличие значительного внимания к проблеме инновационного развития предприятий сферы АПК, остаются открытыми исследования в области интенсификации в контексте инновационных изменений, происходящих в функционировании агропромышленного комплекса и формирования на этой основе инновационно-интенсивного типа производства.

В свою очередь конечные результаты интенсификации сельхозтоваропроизводителей обеспечиваются в результате последовательной интеграции процессов совершенствования и рационального использования всех его факторов.

**Цель исследования.** Целью статьи является углубление теоретико-методических основ и разработка рекомендаций организационно-экономического направления по обоснованию инновационно-интенсивного типа производства в сельском хозяйстве.

**Материалы и методы.** Методологической основой исследования является синтез результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по вопросам инновационно-интенсивного производства аграрного сектора экономики. В процессе подготовки статьи применялись методы теоретического и эмпирического исследования.

**Результаты исследования.** Осуществление как можно более полной реализации достижений научно-технического прогресса, расширения масштабов работ связаны с разработкой и внедрением в общественное производство нововведений, требующих объективных условий развития социально-экономических структур. Поэтому особую актуальность приобретает наращивание инновационного потенциала, поскольку только он способен обеспечить выживание в состоянии конкурентной борьбы, особенно в условиях будущего дефицита материально-технических, трудовых и природных ресурсов.

Вместе с тем, данный процесс в определенной степени является противоречивым, поскольку одновременно при создании условий для качественного и количественного роста производительных сил общества требуется все больший их объем для реализации.

На отечественном аграрном рынке ситуация складывается таким образом, что из года в год Россия достигает высоких результатов по ряду направлений.

Начиная с 2015 года, наиболее значимые показатели мы наблюдаем в отрасли растениеводства.

Например, рекордные урожаи зерновых (рис. 1) за последние годы свидетельствуют о значительном потенциале России удерживать в экспорте лидирующие позиции (1 место) на международном рынке. На долю РФ приходится более 8 % в мировом производстве пшеницы, занимая 3 место после Китая (17 %) и Индии (12,5 %).

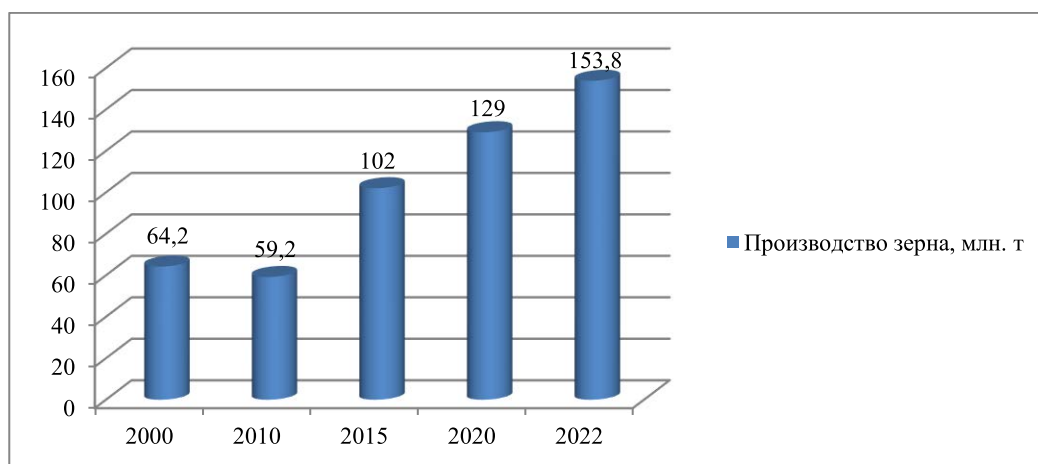


Рис. 1 – Производство зерна в России в хозяйствах всех категорий 2000-2022 гг. (млн т) [13]

Площади возделывания сахарной свёклы в стране составляют свыше 1,0 млн гектаров, при этом Россия является лидером по производству свекловичного сахара – более 5,5 млн тонн по итогам сезона 2022-2023 года.

В животноводстве страны в последние годы отмечается наращивание производства, объёмы которого превышают пороговые значения показателей Доктрины продовольственной безопасности.

Так, по производству сырого молока в мире Россия по итогам 2022 года занимает пятое место с показателем в 32,15 млн тонн, немного уступая Китаю – 39,2 млн тонн. При этом следует отметить, что лидеры – Индия и США превышают указанные показатели более чем в три раза.

Из 365 млн тонн мирового производства мяса Россия занимает 5,0 % глобального рынка и замыкает пятёрку крупнейших производителей. По производству свинины Россия также входит в топ-5 и занимает 4,0 % мирового рынка (4,52 млн тонн из 114,0 млн тонн). РФ входит в десятку лидеров - производителей говядины, которую возглавляют США, Бразилия и Китай с показателями 12,89 млн тонн, 10,35 млн тонн и 7,12 млн тонн (более половины мирового производства). На долю России приходится около 2,0 % всего объёма производства.

Мировой рынок пищевых яиц постоянно увеличивается и в 2022 году составил 86,5 млн тонн, или более 1,6 трлн штук, при этом 46,1 млрд штук – 2,9 % было получено в РФ.

Однако, если рассматривать среднюю урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность животных и птицы, то эти показатели, несмотря на ежегодный рост, остаются на относительно низком уровне по сравнению с аналогичным показателем в других странах.

При этом рекордные урожаи можно объяснить как проведением экстенсивных мероприятий (увеличение посевных площадей, занятых под культурами), так и ростом урожайности, которая за последние пять лет, по информации Министерства сельского хозяйства страны, по зерновым увеличилась с 25,0 ц/га до 34,0 ц/га.

Следует отметить, что за анализируемый период темп роста урожайности зерновых культур в России был достаточно высоким, более 18,4 ц/га к уровню 2000 года (табл. 1). Наиболее существенным фактором такого роста, несомненно, является государственная поддержка АПК, которая только в 2023 году должна превысить 450,0 млрд рублей. Но при этом показатель средней урожайности в стране значительно уступает лидерам по производству зерновых, что не позволяет войти в Топ-5.

**Таблица 1 – Урожайность зерновых культур в России и странах мира за 2000-2022 гг. (ц/га)**

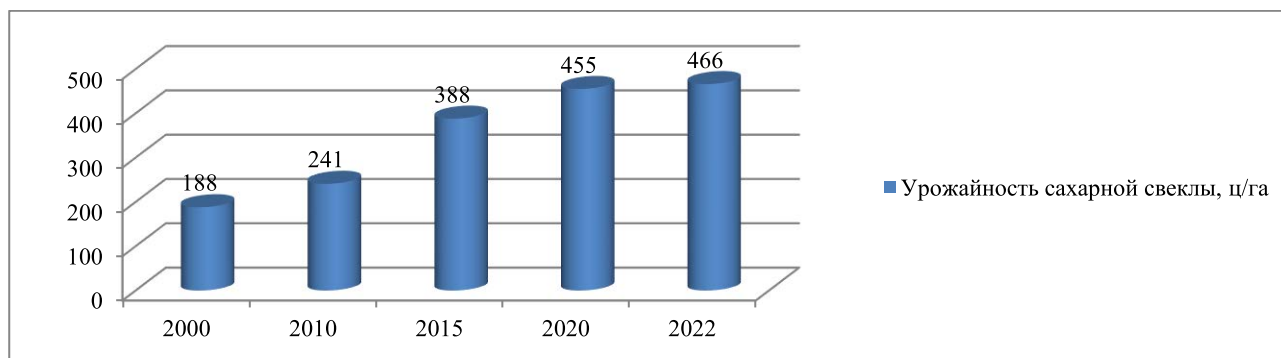
Страна	2000 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2022 г.	Откл. 2022-2000 (+;-)
США	58,4	69,7	64,3	81,4	82,7	24,3
Германия	64,5	66,8	74,9	71,3	69,9	5,4
Китай	47,5	55,2	60,1	63,1	63,2	15,7
Аргентина	34,6	48,7	47,7	52,1	51,9	17,3
Эстония	21,1	24,6	43,8	44,1	35,0	13,9
<b>Россия</b>	<b>15,6</b>	<b>18,4</b>	<b>23,9</b>	<b>27,4</b>	<b>34,0</b>	<b>18,4</b>
Австралия	21,0	16,6	20,2	16,5	25,4	4,4
Алжир	8,8	14,7	14,0	15,2	14,3	5,5

В частности, данную ситуацию эксперты объясняют сложными погодными условиями в ряде регионов, но не менее значимую роль играет посевной материал, большая часть которого поставляется из-за рубежа и проходит сложную апробацию в климатических условиях на разных территориях России.

Совсем другое положение по показателям урожайности среди агрокультур занимает сахарная свёкла, где как раз из года в год положительно влияет интенсивный процесс (рис. 2). При этом наблюдается рост не только по урожайности, но и по выходу сахара.

Например, если на начало 2000 года выход сахара (сахаристость) культуры составляла 10 %, то к 2023 году данный показатель достиг почти 16 %, что избавило Россию от зависимости в импорте сахара и сахара-сырца, и уже к 2018 году Россия стала нетто-экспортером отечественного сахара.

Однако, несмотря на то, что Россия экспортирует ежегодно более миллиона тонн сахара, при урожайности 450 ц/га – 500 ц/га экспорт является нерентабельным, поскольку накладываются грузоперевозки и пошлины. По оценкам экспертов на мировой рынок поставки сахара целесообразно осуществлять при урожае не менее 700-800 центнеров культуры с гектара.



**Рис. 2 – Урожайность сахарной свёклы за 2000-2022 гг., ц/га [13]**

Следовательно, такая ситуация требует решительных шагов по переориентации системы производства на новый (инновационный уровень) с учетом всех преимуществ и угроз дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства.

В основе инновационно-интенсивного типа сельскохозяйственного производства, выступающего совокупностью его организационных, экономических и технических особенностей, лежит направленность на использование новейших достижений науки для усовершенствования или внедрения новых технологий производства с целью снижения себестоимости продукции, повышения ее качества, а в результате – повышения конкурентоспособности, соответствующей стратегии развития отечественного сельского хозяйства на период до 2030 г.

Объективная необходимость интенсификации обусловлена рядом факторов, основными среди которых выступают:

- рост потребности населения в продуктах питания;
- активное развитие НТП;
- отсутствие площадей сельскохозяйственных угодий для расширения производства агрокультур.

В данном случае в основе дальнейшего развития аграрного сектора экономики в настоящее время большую роль играет научно-технический прогресс, применение передовых технологий в совокупности с организационно-экономическими мероприятиями. Особую актуальность приобретает формирование нового технологического уклада, в основе которого – инновации, базирующиеся на использовании электроники, робототехники, вычислительной техники, телекоммуникаций, геномной инженерии, поэтому на первое место выходят вопросы распространения инноваций в агроэкономике.

Рассматривая отдельные элементы системы формирования инновационного потенциала сельскохозяйственных предприятий с целью повышения конкурентоспособности продукции на рынке и выявления влияния факторов внешней и внутренней среды, возрастает необходимость в воплощении в практику хозяйствования того или иного вида нововведения, оценки его состояния и определения направлений развития. Данная тенденция позволяет утверждать, что основой формирования инновационного потенциала являются внутренние резервы повышения эффективности сельскохозяйственного производства на основе материало- и ресурсосберегающей формы интенсификации, которая предполагает применение более эффективных предметов труда и более рационального их использования, а также потребление меньшего количества сырья, электроэнергии и других видов ресурсов.

Таким образом, под интенсивностью следует понимать концентрацию оптимального уровня авансированного капитала на 1 га земельных угодий, который обеспечивает опережающее увеличение производства продукции с этой площади и повышение эффективности использования вложенных ресурсов. С развитием научно-технического прогресса в сельскохо-

зяйственном производстве меняется соотношение между затратами овеществленного и живого труда: доля первого возрастает, а второго, соответственно, уменьшается.

Кроме того, увеличение количества новейшей техники и технологий не способно обеспечить эффективных результатов, если не создать необходимые социально-экономические, материальные и моральные стимулы, которые активизируют творческую деятельность человека и будут обеспечивать заинтересованность в результатах его труда [7].

Учитывая вышесказанное, интенсификация производства проявляется во внедрении инновационных преобразований на основе использования новейшей техники или технологий и уровня профессионализма высококвалифицированных работников.

Инновационно-интенсивный же тип развития определяется совокупностью условий и их влиянием на обеспечение экономического роста, являющегося следствием воспроизводства инновационной составляющей хозяйственной системы, и характеризуется усовершенствованием процесса управления производством и сбытом продукции, более эффективным ресурсопотреблением и предусматривает непрерывное обновление технологий производства, продукции и услуг.

Инновационно-интенсивные технологии в растениеводстве основаны на управлении процессом формирования урожая, который обеспечивает сокращение разрыва между потенциальным и реальным урожаем и основан на поддержке процесса реализации нововведения с помощью внедрения соответствующей системы набора методов и комплекса организационно-экономических мероприятий, направленных на рациональное использование рабочего времени работников, машин и других ресурсов.

В условиях применения традиционных технологий производства материально-технические ресурсы создаются, ориентируясь на имеющиеся возможности конкретного предприятия.

С использованием инновационно-интенсивных технологий учитывается потребность таких ресурсов для достижения запланированных результатов по объемам производства продукции, при этом величина затрат на их достижение подлежит корректировке, предусматривая:

- «...новые системы размещения культур при научно обоснованных севооборотах;
- использование высокоурожайных сортов и гибридов интенсивного типа;
- внесение норм удобрений, рассчитанных на запрограммированный урожай и оптимизацию питания в процессе вегетации через систему раздробленного внесения удобрений в периоды их потребности;
- применение интегрированной системы защиты от сорняков, вредителей и болезней;
- своевременное и качественное выполнение всех технологических операций на основе комплексной механизации производства и научной организации труда;
- обеспечение защиты почв от эрозии и потери плодородия и сохранения окружающей среды» [5].

Кроме того, применение инновационно-интенсивных технологий предполагает рост производственных расходов, но, как показывают проведенные исследования, это обеспечивает соответствующий прирост урожая и уровня рентабельности производства. Относительно последствий внедрения инновационно-интенсивных технологий, необходимо отметить, что они могут иметь как положительный, так и отрицательный характер. Негативными последствиями применения интенсивных технологий являются: опасность загрязнения окружающей природной среды, внесение дисбаланса в структуру окружающей среды, экологическое загрязнение территорий вследствие применения химических препаратов и минеральных удобрений. В данном контексте внедрение инноваций является не только действенным инструментом обеспечения продовольственной безопасности и повышения производительности труда, но и способствует защите окружающей среды, привлечению иностранных инвестиций и катализирует факторы улучшения уровня и качества жизни населения.

Научно обосновано, что определяющую роль в современных условиях для формирования инновационно-интенсивного типа развития играет совокупность факторов, которые условно можно поделить на внешние и внутренние, организационно-управленческие, научно-технические, технологические, информационные и др.

В современных условиях развития АПК наблюдается тесное взаимодействие внутренних и внешних факторов влияния формирования инновационно-интенсивного типа развития. В данном случае обеспечить его реализацию могут те аграрии, которые рационально и быстро реализовывают новейшие достижения науки и техники, что и является результатом изменений в макросреде и, в частности, в таком его звене, как научно-техническая среда.

В процессах инновационно-интенсивного типа экономический рост достигается путем качественного совершенствования всей системы производительных сил, прежде всего вещественных и тех факторов производства, направленных на увеличение масштабов выпуска продукции.

Таким образом, достигается:

- ускорение внедрения достижений научно-технического прогресса;
- повышение технико-технологического уровня и увеличение объемов производства;
- повышение качества продукции и уровня ее конкурентоспособности;
- рост инвестиционной привлекательности, активизация капиталоборота;
- совершенствование организационно-экономического механизма, повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности и др.

Среди мер, направленных на обеспечение экономического роста деятельности сельскохозяйственных предприятий на основе интенсификации землепользования, достаточно весомое место должно принадлежать агропромышленной интеграции (при этом важную роль играет оптимизация размеров сырьевых зон перерабатывающих предприятий, транспортных потоков сырья и технологических отходов переработки, улучшение использования побочной продукции, содействие процессам специализации и концентрации аграрных предприятий, решение их социальных проблем) и обоснованному осуществлению их кооперирования (которое обеспечивает получение на единицу затрат максимумов продукции и при условии государственного регулирования и поддержки его развития) [8].

Инновационно-интенсивное развитие сельскохозяйственных предприятий зависит от действенности организационно-экономического механизма, который базируется на комплексной системе научно-технических, экономических, технологических исследований и разработок и зависит от организационно-правовых, экономических, юридических и технических рычагов повышения эффективности деятельности. Поэтому наиболее полная комплексная интенсификация аграрного производства происходит при условии повышения эффективности использования природно-ресурсного и производственного потенциала в процессе хозяйственной деятельности.



В свою очередь организационно-экономический механизм внедрения инновационно-интенсивных технологий производства обеспечивает процесс разработки отраслевых и региональных программ инновационного развития, внедрения соответствующих нормативов и определяет порядок взаимодействия сельскохозйственных предприятий и организаций, а также их подразделений, участвующих в инновационном процессе. Он направлен на осуществление последовательного выполнения работ, формирование соответствующих организационных структур, в рамках которых осуществляется инновационная деятельность. При этом необходима координация деятельности всех участников инновационных процессов и сбалансированности материальных и трудовых ресурсов.

Одновременно с высокотехнологичными инновациями необходимо масштабно внедрять «...организационно-инновационные разработки, связанные с земельной реформой и введением стоимости земли в экономический оборот, создание новых рыночных механизмов кредитного обеспечения долгосрочных инновационных проектов, а также формирование рыночной инфраструктуры» [9].

Организационно-экономический механизм внедрения инновационно-интенсивных технологий производства сельскохозйственной продукции, по нашему мнению, также заключается в совокупности таких форм деятельности и методов управления, среди которых:

- выявление предложений на отраслевом рынке инноваций (спрос на инновации иницируется непосредственно производителем продукции);
- разработка инновационно-интенсивных технологий отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями;
- патентование разработанной инновационно-интенсивной технологии;
- передача инновации (инновационно-интенсивной технологии, нового сорта и др.) субъекту хозяйствования по лицензионному соглашению;
- внедрение технологии, нового сорта под научным сопровождением разработчика инновации;
- определение экономического эффекта от внедрения инновации [10].

Соответственно, надлежащим образом должна осуществляться оценка эффективности хозяйственной деятельности, а именно в указанной последовательности:

- на уровне предприятия: анализ экономической эффективности нововведения, определение уровня конкурентоспособности финансового обеспечения за счет собственных средств, цикличности производства и др.;
- на уровне инновационного проекта: анализ эффективности принятия решений и определение базовых показателей эффективности для определенного инновационного проекта;
- на уровне планирования: определение основных факторов воздействия для достижения желаемого результата и оценка соответствия фактического состояния инновационной деятельности прогнозным показателям.

На современном этапе развития инновационной сферы особое значение приобретает активизация сотрудничества между сельскохозйственными товаропроизводителями и научно-исследовательскими учреждениями, создавая объективные условия для внедрения всесторонней формы производственной интенсификации и обеспечения конкурентоспособности сельскохозйственной продукции на региональном и международном рынках [11].

В настоящее время нуждаются в разработке альтернативные модели интенсификации, поэтому учеными исследуются следующие виды: ресурсосберегающие, биологизированные, эколого-инновационные и др., направленные на активизацию биологических возможностей культур, продуцирование иммуностойких свойств и создание на их основе агротехнической системы с усовершенствованным подходом к использованию материально-технических средств, организации эффективной системы производства сельскохозйственной продукции.

В свою очередь способы научного обеспечения инновационно-интенсивного развития отрасли предусматривают:

- создание банка данных готовых для внедрения в производство разработок научно-исследовательских учреждений;
- формирование и развитие рынка инновационной продукции;
- проведение выставок научных разработок, их реклама в средствах массовой информации и издание научных журналов, рекомендаций, справочников, технологической документации;
- проведение консультаций и обучение руководителей разных уровней и специалистов для изучения инновационно-обеспечения экономического развития в региональных центрах научного обеспечения.

По результатам исследований разрабатываются научные основы развития различных направлений аграрной науки с учетом будущей инновационной составляющей в ряде направлений, среди которых:

- «...внедрение интенсивных технологий выращивания сельского хозяйства культур и применение безопасных для окружающей среды методов использования земельных, водных и биологических ресурсов;
- современные технологии применения органических, биологических и минеральных удобрений, а также химических мелиорантов нового поколения с учетом почвенно-климатических условий и особенностей культур;
- новейшие технические средства для преобразования энергии солнца и ветра в энергию, пригодную для использования в производстве» [6];
- методические рекомендации по формированию и организационные формы эффективного использования машинно-тракторного парка и оказание услуг по выполнению механизированных работ;
- технологические процессы и технические средства для поддержания машинно-тракторного парка в пригодном для работы состоянии, которые будут базироваться на новейших способах диагностики и восстановления сельскохозйственной техники;
- технологии использования наноматериалов для восстановления деталей, рабочих органов и узлов, подвергающихся значительным нагрузкам;
- меры по обеспечению безубыточности производства аграрной продукции и финансово-кредитной политики государства, которые будут способствовать расширенному воспроизводству сельскохозйственного производства.

Выполнение запланированных фундаментальных и прикладных исследований даст возможность получить новые знания о закономерностях функционирования существующих биологических и физических объектов в агропромышленном производстве и на их основе создать объекты нового поколения, а также разработать организационно-экономические, технологические решения и методические рекомендации по увеличению объемов производства сельскохозйственной продукции, ее хранения, переработки и производства качественных пищевых продуктов.

Кроме того, создаются предпосылки для формирования новых биологических объектов и технологий получения биосырья, предназначенных в сфере энергетических нужд, разрабатываются новые технологические процессы и технические средства для производства энергоносителей и эффективного их использования.

Наиболее важными предпосылками реализации предложенных мероприятий являются: новый уровень взаимодействий науки и производства, формирующихся на основе стратегического партнерства; ускорение процесса распространения новых технологий; экономически более привлекательные рамочные условия для инновационной деятельности, прежде всего предприятий малого и среднего бизнеса; широкое международное сотрудничество с целью увеличения собственного научного инновационного потенциала; достаточное количество квалифицированных специалистов, способных решать на всех уровнях задачи инновационного развития и интенсификации производства.

**Заключение.** Как способ экономического роста инновационно-интенсивный тип развития основывается на качественном обновлении всех составных частей производственно-экономической системы и предусматривает существенное повышение производительности ее функционирования, повышение конкурентоспособности продукции, создание конкурентных преимуществ и расширение рынков сбыта за счет расширения границы внедрения новых знаний для наиболее полного и рационального использования имеющихся материальных, природных, трудовых и финансовых ресурсов.

При этом обеспечение роста производства обеспечивается путем практического использования новых, более эффективных средств производства, усовершенствованных форм организации труда и технологических процессов.

Для повышения эффективности аграрного производства чрезвычайно важно значение принадлежит активизации инновационной деятельности, поскольку без этого невозможно формирование прогрессивных структурных сдвигов, технико-технологическое обновление, обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий. Учитывая вышеизложенное, инновационно-интенсивный тип производства является приоритетным в развитии отечественного сельского хозяйства, а деятельность, направленная на его формирование, играет ведущую роль в обеспечении конкурентоспособности сельскохозяйственных товаропроизводителей в ближайшей перспективе и создает предпосылки для стратегического развития смежных отраслей экономики.

Интенсификация сельскохозяйственного производства на основе внедрения передовых инновационных разработок лежит в основе формирования нового типа производства и является предпосылкой для расширенного воспроизводства, выступает основным и объективным процессом отраслевого отображения современных глобализационных процессов и адаптором социальных и экономических преобразований. Эффективное функционирование инновационно-интенсивного производства в сельском хозяйстве зависит от действенности организационно-экономического механизма, предусматривающего комплексную систему научно-технических и технологических исследований и разработок, которая базируется на организационных, экономических, юридических и технических рычагах повышения эффективности ее деятельности, где формообразующий характер инноваций предопределяет ускоренное развитие отраслей хозяйственного комплекса и сфер производства, что в конечном результате способствует экономическому росту.

В подтверждение вышеизложенного необходимо подчеркнуть, что аграрии Белгородской области в последние годы получали значительные объемы государственной поддержки как из федерального, так и из областного бюджета. Сумма финансовой помощи, выделенной на развитие АПК области в 2021 году, составила 4,66 млрд рублей, в 2022 году – 3,7 млрд рублей, в 2023 году – 3,1 млрд рублей. В период интенсивного развития животноводческих комплексов области (с 2010 года по 2015 год) господдержка составляла около 15,0 млрд рублей. В 2023 году в области реализуется 25 инвестиционных проектов на общую сумму более 50,0 млрд рублей.

Благодаря различным видам государственной помощи сельхозпроизводителями области по различным направлениям ежегодно наращивается производство продукции животноводства и растениеводства. В результате реализации программы «Внедрение биологической системы земледелия на территории Белгородской области» в растениеводстве были достигнуты хорошие показатели. Последнее десятилетие на Белгородчине стабильно выращивается более 3,0 млн тонн зерновых и зернобобовых культур, а рекордный урожай 2023 года превысил 4,0 млн тонн, при этом среднеобластные показатели урожайности зерновых культур превышают 55,0 ц/га.

Вклад Белгородской области в производство продукции животноводства страны составляет значительную долю: скота и птицы на убой – свыше 11,5 % (1741,3 тыс. тонн), свинины – 19,0 % (879,4 тыс. тонн), мяса птицы – 13,0 % (810,9 тыс. тонн), яиц – 3,7 % (1608,0 млн штук), молока – 2,2 % (721,8 тыс. тонн).

### Библиография

1. Алтухов А.И. Интенсификация зональных технологий – стратегия научно-технологического развития производства высококачественной пшеницы в стране / А. Алтухов, Н. Милащенко, А. Завалин // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 5. – С. 36–46.
2. Асташов Н.Е. Организация сельскохозяйственного производства. / Н. Е. Асташов. – М. : Академический проект, 2014. – 773 с.
3. Джавадова С.А., Молчанова Л.А. Инновационные технологии в основе устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса / С. А. Джавадова, Л. А. Молчанова // Журнал прикладных исследований. – 2021. – № 2. – С. 46.
4. Зыбинская Р.Р. Виды конкуренции и особенности ее проявления в сельскохозяйственном производстве / Р. Р. Зыбинская // В сборнике: Современный взгляд на науку и образование сборник научных статей. Москва, – 2020. – С. 192–197.
5. Мирошниченко Д.Е. Диверсификация производства – стратегия развития сельскохозяйственной организации / Д. Е. Мирошниченко // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 2 (19). – С. 215–221.
6. Муслимова С.Ю. Эффективное сельскохозяйственное производство – главное звено в обеспечении продовольственной безопасности страны и региона / С. Ю. Муслимова // Вектор экономики. – 2018. – № 5 (23). – С. 52.
7. Романюк М.А. Современное состояние и проблемы развития сельскохозяйственного производства и агропродовольственного рынка России / М. А. Романюк // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – № 6. – С. 18–23.
8. Скрипка О.В. Урожайность и основные элементы продуктивности у сортов озимой пшеницы интенсивного типа селекции ВНИИЗК / О. В. Скрипка, А. П. Самофалов, С. В. Подгорный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 9. – С. 30–32.
9. Ушачев И.Г. Развитие зернового подкомплекса России с позиции продовольственной безопасности / И. Г. Ушачев // АПК: экономика, управление. – 2013. – № 5. – С. 8–13.

10. Фомина Е.А. Источники формирования ресурсов и особенности производства сельскохозяйственного предприятия / Е. А. Фомина // Аллея науки. – 2018. – Т. 2. – № 5 (21). – С. 734–737.
11. Шакиров Ф.К. Организация производства на предприятиях АПК. Гриф Министерства сельского хозяйства / Ф. К. Шакиров. – М. : КолосС, 2019. – 650 с.
12. Шарипов С. Состояние производства и пути повышения качества продовольственного зерна / С. Шарипов // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 5. – С. 47–54.
13. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>.
14. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru>.

#### References

1. Altuhov A.I. Intensifikatsiya zonal'nyh tekhnologiy – strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya proizvodstva vysokokachestvennoj pshenicy v strane / A. Altuhov, N. Milashchenko, A. Zavalin // Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. – 2017. – № 5. – С. 36–46.
2. Astashov N.E. Organizatsiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. / N. E. Astashov. – М. : Akademicheskij proekt, 2014. – 773 с.
3. Dzhavadova S.A., Molchanova L.A. Innovatsionnye tekhnologii v osnove ustojchivogo razvitiya otechestvennogo agropromyshlennogo kompleksa / S. A. Dzhavadova, L. A. Molchanova // Zhurnal prikladnyh issledovanij. – 2021. – № 2. – С. 46.
4. Zybinskaya R.R. Vidy konkurencii i osobennosti ee proyavleniya v sel'skohozyajstvennom proizvodstve / R. R. Zybinskaya // V sbornike: Sovremennyy vzglyad na nauku i obrazovanie sbornik nauchnyh statej. Moskva, – 2020. – С. 192–197.
5. Miroshnichenko D.E. Diversifikatsiya proizvodstva – strategiya razvitiya sel'skohozyajstvennoj organizatsii / D.E. Miroshnichenko // Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki. – 2018. – № 2 (19). – С. 215–221.
6. Muslimova S.Yu. Effektivnoe sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo – glavnoe zveno v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti strany i regiona / S. Yu. Muslimova // Vektor ekonomiki. – 2018. – № 5 (23). – С. 52.
7. Romanyuk M.A. Sovremennoe sostoyanie i problemy razvitiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva i agroprodovol'stvennogo rynka Rossii / M. A. Romanyuk // Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij. – 2018. – № 6. – С. 18–23.
8. Skripka O.V. Urozhajnost' i osnovnye elementy produktivnosti u sortov ozimoy pshenicy intensivnogo tipa selekcii VNIIZK / O. V. Skripka, A. P. Samofalov, S V. Podgornyy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – № 9. – С. 30–32.
9. Ushachev I.G. Razvitie zernovogo podkompleksa Rossii s pozitsii prodovol'stvennoj bezopasnosti / I. G. Ushachev // APK: ekonomika, upravlenie. – 2013. – № 5. – С. 8–13.
10. Fomina E.A. Istochniki formirovaniya resursov i osobennosti proizvodstva sel'skohozyajstvennogo predpriyatiya / E. A. Fomina // Alleya nauki. – 2018. – Т. 2. – № 5 (21). – С. 734–737.
11. Shakirov F.K. Organizatsiya proizvodstva na predpriyatiyah APK. Grif Ministerstva sel'skogo hozyajstva / F. K. Shakirov. – М. : KolosS, 2019. – 650 с.
12. Sharipov S. Sostoyanie proizvodstva i puti povysheniya kachestva prodovol'stvennogo zerna / S. SHaripov // Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. – 2017. – № 5. – С. 47–54.
13. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://rosstat.gov.ru>.
14. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federatsii [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://mcx.gov.ru>.

#### Сведения об авторах

Кравченко Дмитрий Павлович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: [dimkra54@yandex.ru](mailto:dimkra54@yandex.ru).

Акупиан Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры математики, физики, химии и информационных технологий, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: [akupiy-an@mail.ru](mailto:akupiy-an@mail.ru).

#### Information about authors

Kravchenko Dmitry Pavlovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: [dimkra54@yandex.ru](mailto:dimkra54@yandex.ru).

Akupiyan Andrey Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics, Chemistry and Information Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: [akupiy-an@mail.ru](mailto:akupiy-an@mail.ru).

УДК 338.49

*И.Н. Меренкова, Д.Н. Помотилов*

## ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСНО-ИНФРАСТРУКТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**Аннотация.** Проведенное исследование посвящено проблематике сельского инфраструктурного обеспечения на основе использования ресурсно-природного потенциала. Исходя из этого, осуществлена классификация сельских территорий по совокупности типологических оснований, обусловленных комплементарными и конституирующими признаками, определяющими специфику сельского развития и функционирования инфраструктурного комплекса. Обосновано, что одной из ключевых характеристик, отражающих природно-ресурсный потенциал развития инфраструктуры, является наличие ресурсов (финансовые, земельные, трудовые и экономические) и их особенности, неэффективное использование которых приводит к существенным проблемам и дифференциации сельских территорий. Так, до сих пор отсутствует механизм мобилизации местных финансовых и материально-технических ресурсов, продолжают оставаться нерешенными вопросы межведомственной разобщенности в отношении сельского инфраструктурного развития. Наряду с этим не уделяется должного внимания земельному обеспечению объектов инфраструктуры (сложная процедура согласований по переводу земель из одной категории в другую; неувязка между проектированием, строительством и эксплуатацией инженерных объектов; необоснованное расположение отдельных объектов сельской инфраструктуры и предоставление для строительства жилья неудобных земель и т. д.). Негативной тенденцией является повышение демографической нагрузки на трудоспособное население, необоснованное увеличение расходов на обеспечение объектами инфраструктуры пожилого населения и строительство специальных учреждений для их проживания и лечения. Все еще не решены проблемы материально-технического и ресурсного оснащения объектов инфраструктуры (неэффективное использование имеющихся производственных мощностей, жилищно-коммунальная неустроенность, значительный износ коммунальных инженерных сетей и т. д.), введение в действие новых мощностей объектов производственного, рыночного и социально-культурного назначения. Для повышения эффективности ресурсно-инфраструктурного обеспечения сельских территорий необходимо объединение усилий органов власти всех уровней с привлечением необходимых государственных регуляторов развития (законодательных, территориальных градостроительных и организационно-экономических).

**Ключевые слова:** сельские территории, ресурсы, инфраструктура, ресурсно-природный потенциал, инфраструктурное обеспечение.

**Благодарности:** статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета, ВТК-ГЗ-42-23.

## PROBLEMS OF RESOURCE AND INFRASTRUCTURE SUPPORT OF RURAL AREAS

**Abstract.** The study is devoted to the problems of rural infrastructure support based on the use of resource and natural potential. Based on this, a classification of rural areas was carried out according to the totality of typological bases due to complementary and constitutional features that determine the specifics of rural development and the functioning of the infrastructure complex. It is justified that one of the key characteristics reflecting the natural resource potential of infrastructure development is the availability of resources (financial, land, labor and economic) and their characteristics, the unsatisfactory use of which leads to significant problems and differentiation of rural areas. Thus, there is still no mechanism for mobilizing local financial and material and technical resources, and issues of interdepartmental disunity regarding rural infrastructure development continue to remain unresolved. At the same time, due attention is not paid to the land supply of infrastructure facilities (a complex procedure for approving the transfer of land from one category to another; connection between design, construction and operation of engineering facilities; unjustified location of individual rural infrastructure facilities and provision of inconvenient land for housing construction, etc.), in connection with which legislative, territorial, urban planning and organizational and economic regulation of this problem is necessary. A negative trend is an increase in the demographic burden on the able-bodied population, raising the cost of developing infrastructure for the elderly population and building special institutions for living and treatment. The problems of material, technical and resource equipment of infrastructure facilities (inefficient use of existing production facilities, housing and communal disorder, significant wear of utility networks, etc.), the introduction of new capacities of production, market and social and cultural facilities have not yet been resolved. To improve the efficiency of resource and infrastructure support for rural areas, it is necessary to combine the efforts of authorities at all levels with the involvement of the necessary state development regulators.

**Keywords:** rural areas, resources, infrastructure, resource and natural potential, infrastructure support.

**Acknowledgments:** the article was prepared based on the results of studies carried out at the expense of budgetary funds on the state task of the Financial University, VTK-GZ-42-23.

### Введение.

В настоящее время развитие сельских территорий имеет ряд накопившихся проблем, среди которых основными до сих пор являются

- отток молодежи и старение сельского населения;
- сохранение высокого уровня бедности селян;
- низкая обеспеченность объектами инфраструктуры;
- изменение исторически сложившегося облика сельских поселений с природными объектами и экологически чистыми пространствами;
- дотационность бюджетов сельских муниципальных образований.

Вышеперечисленные проблемы характеризуют негативные стороны (тенденции) в развитии сельских территорий, с одной стороны, обусловлены состоянием инфраструктуры, а, с другой, оказывают существенное влияние на ее развитие. Несмотря на то, что устранение обозначенных проблем, в определенной степени уже закрепленных в виде стратегических задач Национальных проектов и действующих ряда Федеральных программ развития территорий РФ, рассмотрим проблемы, касающиеся непосредственно ресурсно-инфраструктурного обеспечения сельских территорий России.

**Изложение основного материала исследований и его обсуждение.**

Для России, в связи с ее пространственной дифференциацией, характерна неравномерность обеспечения территорий различными видами ресурсов, что приводит к пространственной асимметрии регионов и, как следствие, влияет на развитие сельских территорий. «Пространственная сельская неоднородность непосредственно формируется на основе природно-ресурсных различий, с учетом внутрирегиональной и межрегиональной дифференциации инфраструктурного обустройства» [9], в связи с чем, функционирующий на них инфраструктурный комплекс имеет свою специфику, связанную с использованием внутреннего ресурсного потенциала.

Осознание важности и учет специфики сельской местности, обусловлен, прежде всего, особенностями их территориального расположения и отсутствием современных организационно-экономических инструментов, обеспечивающих развитие сельской инфраструктуры. Поэтому, при подобной постановке проблемы изучение внутрирегиональных особенностей сельских территорий невозможно без проведения классификации, которая, с одной стороны, обеспечивает комплексное представление о данных территориях а, с другой, может быть использована при разработке концептуальных подходов по совершенствованию управления инфраструктурой в рамках государственной и муниципальной политики [8].

На рисунке 1 представлена классификация сельских территорий по совокупности типологических оснований, характеризующих системные аспекты сельского развития: административно-территориальный; специализация; функциональный профиль; уровень социально-экономического развития; инфраструктурная обеспеченность. Классифицирующими признаками, характеризующими пространственный аспект, являются – взаимодействие с центром и расположение к нему, доступность территорий по параметру «расстояние-время», что отражает системные аспекты развития сельских территорий. Комплементарные признаки – это критерии численности населения, его плотность, концентрация поселений, обеспеченность дорогами, а также структуры расселения по людности и по размеру самих поселений (малые, средние, крупные). В вернакулярном разрезе выделяются: провинция, глубинка, окраина, анклав. К конституирующим (определяющим) признакам отнесем те, которые будут отражать специфику сельских территорий: неосвоенность, диспропорции в отношениях «центр-периферия», депопуляция, урбанизированная миграция, дотационность, низкая транспортная доступность, мелкодисперсный характер расселения, остаточный принцип финансирования сельской сферы и инфраструктуры.



Рис. 1 – Классификация сельских территорий в Российской Федерации

Источник: составлено автором

Таким образом, проведенная классификация сельских территорий по совокупности идентификационных признаков показала сложность их состава, что, несомненно, влияет на инфраструктурное обеспечение села.

В связи с тем, что сельские территории России неоднородны в своей пространственной организации и обладают унифицированным набором природных факторов, разнообразием земельных и трудовых ресурсов, различной совокупностью отраслей и сфер деятельности, сложившейся материально-технической базой, а также имеют отличающую по трансфертам муниципальную финансовую базу, то одной из ключевых характеристик, отражающих природно-ресурсный потенциал развития инфраструктуры, является наличие ресурсов и их особенности:

- природные ресурсы (почвенно-земельные, агроклиматические, растительно-кормовые), которые являются материальной основой любого хозяйственного процесса, определяющей специфику отношений в любой сфере сельской экономики, в т. ч. и в инфраструктуре. Особенности данного вида ресурсов являются бесплатность, экзогенность, ограниченность или редкость, неэластичность предложения, незаменимость, качественная неоднородность;

- человеческие ресурсы (трудовые, человеческий капитал), которые выступают факторами обеспечения хозяйственной деятельности путем использования физических и умственных возможностей людей, а также их знаний, умений и навыков, приобретенных в результате обучения. Человеческие ресурсы имеют ряд следующих особенностей: практическую неисчерпаемость, возобновляемость, многообразие, взаимозаменяемость, деградация при их невостребованности.

- экономические ресурсы (материально-технические), которые представляют собой факторы производства, влияющие непосредственно на его процесс и результаты. Выделяются следующие особенности данного вида ресурсов: конечная природа с бесконечной потребностью в них, мобильность, взаимодополняемость, взаимозамещение;

- финансовые ресурсы – это денежные средства, которые формируются органами власти и хозяйствующими субъектами для использования в качестве источника поддержания и развития производства, удовлетворения социальных потребностей сельского населения, обеспечения формирования и развития инфраструктурных объектов. Особенности финансовых ресурсов являются: сбалансированность, иерархичность, своевременность, адресность.

Несмотря на использование природно-ресурсного потенциала в качестве факторов производства по обеспечению жизни и жизнедеятельности сельского населения, отметим, что самым затратным фактором сельских территорий являются объекты инфраструктуры. В связи с этим потребностью в нахождении путей рационального использования ее ресурсного потенциала, в большей степени связана с финансовыми, а не с экономическими (материально-техническими) и трудовыми ресурсами. Именно поэтому реализация инфраструктурных проектов под силу только государству, крупному бизнесу или государственно-частному партнерству. Исходя из этого, остановимся на обеспечении инфраструктурных объектов финансовыми ресурсами.

Финансовое обеспечение развития инфраструктуры на протяжении десятилетий осуществляется посредством различных программ и проектов за счет ресурсов федерального, регионального, местного бюджетов, частных инвестиций. Однако в большинстве реализуемых программ отсутствует механизм мобилизации местных финансовых и материально-технических ресурсов, а основной упор делается на федеральный и региональный бюджеты. Среди перечня программ, направленных на модернизацию и развитие инфраструктуры сельских территорий, отметим принятую в 2019 г. Госпрограмму РФ «Комплексное развитие сельских территорий». Программой предусматривалось строительство 2,34 млн м<sup>2</sup> жилого фонда, ввод в эксплуатацию 2,08 тыс. км газовых сетей, 2,6 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием, 1,65 тыс. км локальных водопроводов, повышение уровня благоустройства не менее 424,3 тыс. сельских домовладений, однако результаты уже реализованных программ в несколько раз ниже запланированных.

Хотелось подчеркнуть, что при разработке данной госпрограммы не до конца были учтены и обоснованы некоторые позиции, которые привели к определенным трудностям при ее реализации. Так, нечеткость определения сельских территорий повлияла на отсутствие учета специфических особенностей социальной сферы села и различий между урбанизированными и сельскими поселениями, вследствие чего принимаемые государством меры направлены не только на сельских жителей, а частично на городских жителей, что приводит к рассредоточению государственной поддержки между сельскими населенными пунктами и городами.

При отборе проектов Комиссии МСХ РФ не соблюдается принцип комплексности. 43 % проектов по сельским населенным пунктам носят локальный характер (или капремонт, или строительство, или реконструкция, или приобретение какого-либо одного объекта инфраструктуры). Наряду с этим до сих пор существуют несоответствия по учету инфраструктурных объектов в федеральной и ведомственной статистике.

Данная ситуация обусловлена искусственным административным укрупнением сельских территорий, вследствие чего наблюдается потеря сельскими товаропроизводителями определенных льгот, происходит расширение территории, по которой распределяется инфраструктура, и ее финансирование для объединенного поселения распределяются по остаточному принципу. Кроме этого, экономия ресурсов государственной поддержки малым урбанизированным поселениям, получаемая при разработке отдельных программ, приводит к дублированию функций.

Поэтому необходимо административно-территориальное реформирование и определение типов и критериев для тех сельских поселений, которые, с одной стороны, считаются низовыми и малоурбанизированными, а с другой, являются основными производителями сельскохозяйственной продукции [2].

Если взять финансирование частных инвесторов в развитие инфраструктуры, то отметим низкий уровень инвестиций и их целевую направленность, которая чаще проявляется в долгосрочной коммерческой выгоде, а реже в социальном эффекте. Существуют также безвозмездные социальные инвестиции (меценатство), целью которых являются вложения в малую историческую родину или в уникальные сельские территории, что связано с отсутствием мотива прибыльности и прямой выгоды крупного бизнеса.

Что касается государственно-частного партнерства, то для России эффективным механизмом использования государственных средств для инвестирования в инфраструктуру сельских территорий являются ГЧП-проекты. В этом направлении так же, как и у частных инвесторов, наибольший удельный вес приходится на инвестиции в модернизацию коммунально-энергетической инфраструктуры и развитие транспортной (82,6 % от общего числа ГЧП-проектов). Участие бизнеса в социальной сфере при данной форме инвестирования инфраструктуры проблематично и практически не распространено.

Немаловажной проблемой продолжает оставаться межведомственная разобщенность, которая отражается на механизме сельского инфраструктурного развития (отсутствие единой информации о действиях различных структур и их несогласованность между собой). Так, сельское образование входит в сферу ответственности Минпросвещения, сельское здравоохранение является прерогативой Минздрава, сельские ДК подчиняются непосредственно Минкультуры, а сельские доро-

ги – Росавтодору и т. д. Обособленно находится Министерство сельского хозяйства, представляя собой отдельный департамент развития сельских территорий, который формирует и контролирует деятельность инфраструктурных институтов. Бюджетные ограничения приводят к решению проблем инфраструктурного развития городских поселений на первый план, а сельских территорий на второй.

Причиной такого положения также является несогласованность на различных уровнях, как внутри отдельного ведомства, так и с разными ведомствами, и отсутствием единого реестра соответствия потребности в инфраструктуре и ее модернизации. Также государственные структуры зачастую перекалывают ответственность друг на друга, что приводит к сокращению финансирования или оно в соответствии с городской инфраструктурой имеет остаточный характер инфраструктурных вложений.

Следующим важным фактором аграрного производства, систем сельского расселения, а также размещения объектов социально-инженерной инфраструктуры являются земельные ресурсы. То есть это «земли, периодически используемые или пригодные для использования в целях осуществления конкретной хозяйственной деятельности» [6]. Региональные особенности размещения земельных ресурсов практически полностью обусловлены объективными факторами, а именно возможностью вовлечения земель в хозяйственный оборот с учетом природно-климатических условий, социально-экономической освоенности территорий и самого качества земли с ее различными потребительскими характеристиками.

Однако вопросам земельного обеспечения объектов инфраструктуры в настоящее время уделяется мало внимания, что, прежде всего, связано с необходимостью и важностью продовольственного обеспечения страны. Для решения данной проблемы важны земли сельскохозяйственного назначения.

В то же время, несомненно, соблюдая принцип приоритетности социально-экономического развития России, необходимо учитывать многофункциональность земель, их структуру и рациональное использование. Поэтому в процессе земельно-ресурсного обеспечения инфраструктуры важно найти сбалансированный подход между перераспределением земель сельских населенных пунктов (в которых располагаются объекты непосредственно инженерно-социальной инфраструктуры, жилье), и земель сельскохозяйственного назначения, представляющие собой межселенных территории (на которых находится основная часть объектов комплексной инфраструктуры и другие объекты).

Основными характеристиками земельных ресурсов и земельного фонда (применительно к расположению инфраструктурных объектов) являются их структура по категориям земель и видам использования, качество продуктивных земель (сельскохозяйственных угодий), уровень хозяйственной освоенности и вовлеченности в хозяйственный оборот. За десятилетний период в структуре земельных ресурсов серьезных изменений не произошло. Хотя в целом распределение земель по назначению осталось прежним, но за период 2012-2021 гг. сформировалась тенденция незначительного, но постоянного уменьшения площади земель сельскохозяйственного назначения с 23,0 % до 22,0 %. Что касается других категорий земель, то произошло перераспределение земель в сторону незначительного увеличения земель населенных пунктов, лесного фонда и особо охраняемых территорий.

В то же время внутри каждой из категории земель идет их перераспределение в разрезе принадлежности и функционирования объектов инфраструктурного комплекса. Здесь можно отметить и задействование части лесных земель в зависимости от уровня их использования в хозяйственной и рекреационной деятельности территорий.

Наряду с этим наблюдается неравномерность распределения неиспользуемых земель. Если рассматривать в целом систему землепользования в разрезе макрорегионов, то в трех (Центральном, Сибирском и Приволжском) сосредоточено более половины (52,3 %) всех неиспользуемых земель в России. В 24 регионах РФ доля неиспользуемых земель превышает 30 %, в том числе в 13 регионах превышает 50 %.

При исследовании земельных ресурсов сельских территорий и их инфраструктуры выделим проблемы, проявляющиеся, как при обеспечении землей отдельных ее объектов, так и при развитии инфраструктурного комплекса в целом.

Под воздействием различных факторов (внешних и внутренних) ресурсы инфраструктуры могут использоваться по-разному, поэтому проблемным вопросом земельного обеспечения можно считать сложную процедуру согласований по переводу земель из одной категории в другую на основе проектно-исследовательских работ.

Остаются нерешенными вопросы, обусловленные несвоевременной и бессистемной разработкой проектов планировки и застройки, неразвитым институтом залога земли, непрозрачностью сделок на нерегулируемом рынке земли, увязкой между проектированием, строительством и эксплуатацией инженерных объектов, что приводит к увеличению не только сроков, но и стоимости инфраструктурных объектов.

До сих пор нарушаются требования рациональной планировки для размещения перспективных объектов в сельской местности, и необоснованное расположение отдельных объектов инфраструктуры на территории сельских муниципальных образований.

В отношении земельно-ресурсного обеспечения жилищного строительства имеются негативные тенденции, как по предоставлению для строительства жилья неудобных земель, затратных в освоении, так и по наличию (отсутствию) свободных земельных массивов.

Практически все обозначенные выше проблемы по большому счету можно объяснить неопределенностью установления границ между административно-территориальными образованиями России. Так, для границ регионального уровня установлено всего 43,1 %, для муниципального уровня – 76,2 %, для уровня сельских населенных пунктов всего 39,2 % границ, что свидетельствует о низкой доли разграниченных земель, а также о невозможности определить их легитимную юрисдикцию и выявить точную земельную площадь в их ведении [1].

Кроме этого, отсутствует объективная информация о правах на землю и точном отражении разграничения земель в Едином государственном реестре. Как отражено в аналитической записке [1], доля разграниченных земель по их категориям не имеет полного отражения. Если по землям промышленности представлено 70,0 % сведений, по лесному фонду и особо охраняемым территориям соответственно 85,8 % и 87,2 %, то по другим категориям земель ситуация, можно сказать «патовая»: по землям сельскохозяйственного назначения – 14 %; по землям населенных пунктов – 16,7 %; по землям водного фонда – 2,2 %; по землям запаса – 0,2 %.

Поэтому для рационального земельного обеспечения и размещения объектов инфраструктуры сельских территорий нужна объективная информация: о правах на землю по принадлежности и границах земельных участков различных категорий, о полноте регистрации земель и постановке их на кадастровый учет, об оборотоспособности земель и их контроле. В целом для устранения имеющихся недостатков необходимы меры по совершенствованию земельно-ресурсного обеспечения



сельской инфраструктуры, которые целесообразно реализовывать в разных направлениях: законодательном, территориальном, градостроительном и организационно-экономическом.

Для устойчивости развития инфраструктуры сельских территорий следующим важнейшим видом ресурсов является трудовой потенциал, который используют все отрасли сельской экономики. Анализ трудовых ресурсов, как правило, производится через оценку численности трудоспособного населения, проживающего на конкретной территории, его половозрастной структуры, уровня его образования, профессиональной квалификации, предпринимательской активности и др.

Для сельских территорий особо остро стоит проблема занятости населения в силу ограниченного числа рабочих мест, что обуславливает рост доли активного населения, уезжающего на заработки за пределы сельских населенных пунктов, и превращение значительной части хозяйств населения в основной источник доходов на селе.

Существенное влияние на развитие сельских территорий в России оказал социально-экономический кризис 1990-х годов, последствия которого до сих пор отражаются на демографической ситуации, в связи с чем в стране наблюдается естественная убыль и старение населения, сокращение занятости и рост безработицы. В современных условиях для естественного движения населения характерна депопуляция, когда смертность превышает рождаемость, что приводит к сокращению численности сельских жителей.

Основными проблемами, препятствующими повышению воспроизводства населения, являются, во-первых, падение рождаемости вследствие попадания в «демографическую яму» 90-х гг., вызванное трансформацией репродуктивного поведения (здоровье, финансовая необеспеченность, личные убеждения), хотя потенциал и резервы роста рождаемости в сельских семьях, где сохраняется традиционная культура, выше, чем в городских. И во-вторых, процесс старения населения в целом (доля людей старше 60 лет составляла в 2021 г. около 25 %).

В результате чего повышается демографическая нагрузка на трудоспособное население (рис. 2), увеличиваются расходы на развитие инфраструктуры для пожилого населения, строительство специальных учреждений, где оно могло бы проживать и лечиться.

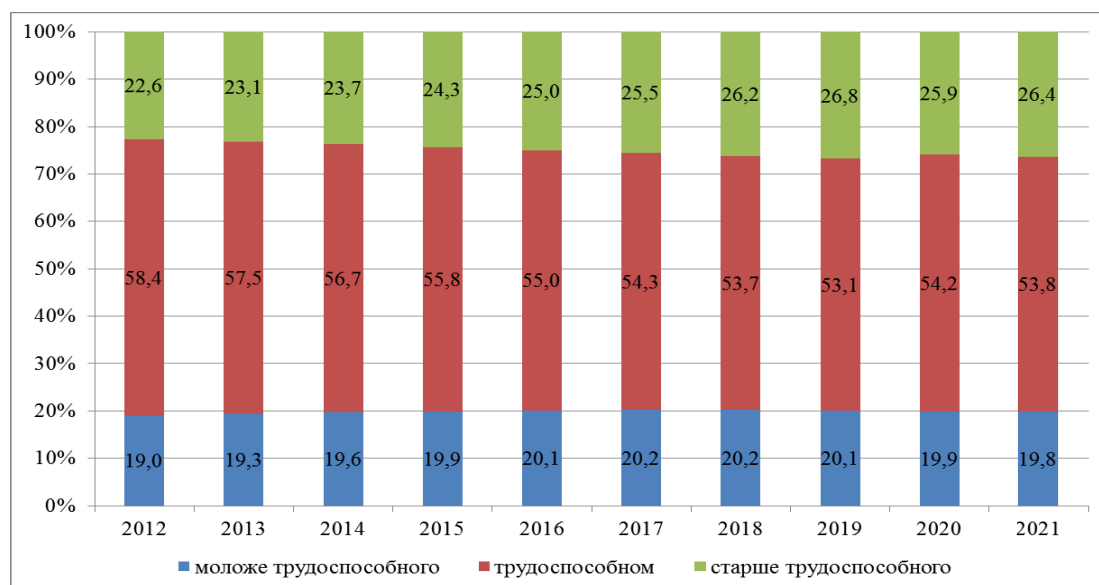


Рис. 2 – Распределение сельского населения России по трудоспособному возрасту за 2012-2021 гг., %

Источник: составлено автором на основе [7]

Кроме этого, определенную роль сыграла коронавирусная инфекция и отложенные ее проявления (увеличение числа хронических заболеваний). Наряду с этим, и миграция сельского населения в города нанесла значительный урон демографическому и трудовому потенциалу, что объясняется, в первую очередь, проблемами социально-экономического характера. В то же время, следует помнить, что увеличению миграционного и естественного прироста населения сельских территорий может способствовать как раз развитие инженерной инфраструктуры и повышение обеспеченности социальными объектами.

Важное место в развитии сельских территорий и инфраструктуры, наряду с трудовыми ресурсами, принадлежит человеческому капиталу. В условиях перехода к новому технологическому укладу, который связан с формированием трудового потенциала, большое значение придается знаниям, умениям, компетенциям и навыкам работы. Поэтому для России, находящейся на этапе перехода к цифровой экономике, возрастает роль человеческого капитала, обусловленного особенностями сельских территорий и спецификой инфраструктурного обеспечения по стране в целом [4].

И последним среди обозначенных нами ресурсов сельских территорий являются экономические (материально-технические), на которых остановимся более подробно. Значимость данного вида ресурсов связана не только с наличием достаточного количества объектов инфраструктуры, но и необходимостью их материально-технического обеспечения и модернизации (наращивание мощностей, внедрение новых технологий, модификация и расширение инженерных систем и их пропускных способностей, развитие комплекса предоставляемых услуг и т. д.).

Одной из важных составляющих инфраструктурного комплекса сельских территорий является жилищно-коммунальная сфера, от которой напрямую зависит не только обеспеченность сельских жителей благоустроенным жильем, но и снижение миграционного оттока трудоспособного населения, особенно молодых специалистов. Однако, несмотря на принимаемые государством в ходе ее модернизации меры, остались проблемы, связанные с неудовлетворительным состоянием жилого фонда, неразвитостью рынка производителей жилищно-коммунальных услуг, высокой изношенностью и аварийностью основных фондов [5].

Наряду с этим остается нерешенной задача в четкой взаимосвязи (привязки) между численностью населения, проживающего в сельской местности, и вводом объектов инфраструктуры [3]. Отсутствие учета изменения численности населения в регионах РФ в соответствии с сельским строительством, в том числе и жилья для сельского населения приводит к перекосям с вводом практически всех объектов инфраструктуры (84,0 % субъектов России).

Особенностью сельского жилого фонда на сельских территориях является его длительная эксплуатация. Так, 79,0 % сельских жителей проживает в жилых помещениях, которые эксплуатируются более 50 лет, а 48,0 % сельского жилого фонда представляет собой в основном деревянные строения, срок эксплуатации же превысил нормативный. Отмечается тенденция увеличения объема сельского жилого фонда к центру страны и плодородным сельскохозяйственным зонам, а также накопление изношенного сельского жилого фонда и низкая степень снятия с баланса ветхих и аварийных жилых помещений.

Для комфортного проживания необходимы электричество, газ, отопление, водообеспечение, канализация, значения которых так и не достигли максимального уровня ни по одному из критериев, учитываемых официальной статистикой с 1960 г. При этом не обеспечено электричеством 4,0 % сельского жилого фонда. Водоотведением (канализацией) и горячей водой не обеспечено более 50,0 % регионов России. В 10 регионах страны доля необеспеченности сельского жилья системами водоснабжения, превышает 70,0 %, в большинстве регионов до сих пор сохраняется высокий уровень печного отопления (в 14 около 75,0 %, а в 42 – от 30,0 до 70,0 %). По обеспеченности сельских домов газом наблюдается низкий уровень (менее 30,0 %) в большей части регионов Дальневосточного и Северо-Западного макрорегионов, а высокая обеспеченность (более 70 %) в регионах Северо-Кавказского макрорегиона. Такая же ситуация складывается и в обеспеченности объектами коммуникационных и инженерных сетей, соответствующих экологическим требованиям.

В целом по России до сих пор остается недостаточная обеспеченность жилищного фонда различными видами коммуникаций (рис. 3).

Отток населения из сельской местности в немалой степени связан с сельской изоляцией, одной из причин которой можно назвать неудовлетворительное состояние транспортной и дорожной сети. Так, удельный вес населенных пунктов, имеющих дороги с твердым покрытием, в общей протяженности дорожного покрытия составляет около 40,0 %.

Существенной является разница в обеспеченности сельского населения транспортной инфраструктурой. Превышение среднероссийского уровня в отношении доли дорог с твердым покрытием наблюдается в 50 регионах, в 29 регионах России зафиксировано отставание. Особенно высоки показатели неудовлетворенности в северных, дальневосточных и центральных регионах страны.

Вышеизложенное свидетельствует о низкой обеспеченности сельских территорий объектами инженерно-производственной инфраструктуры, жилищно-коммунальной неустроенности (невысокий уровень обеспеченности населения коммунальными услугами), неэффективном использовании имеющихся производственных мощностей, значительном износе коммунальных инженерных сетей и т. д. Поэтому в сложившейся ситуации необходимо решить задачу материально-технического обеспечения сельских территорий с привлечением государственных регуляторов развития.

Большое значение для сельских территорий имеет обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры, особенно тех, которые связаны с формированием человеческого капитала и качеством жизни сельского населения. Полученные в результате анализа данные свидетельствуют о некоторой разновекторной направленности развития инфраструктуры. Так, в сфере образования и здравоохранения наблюдается постепенное улучшение ситуации, что выражается в положительной динамике значений показателей за период с 2012 г. по 2021 г.

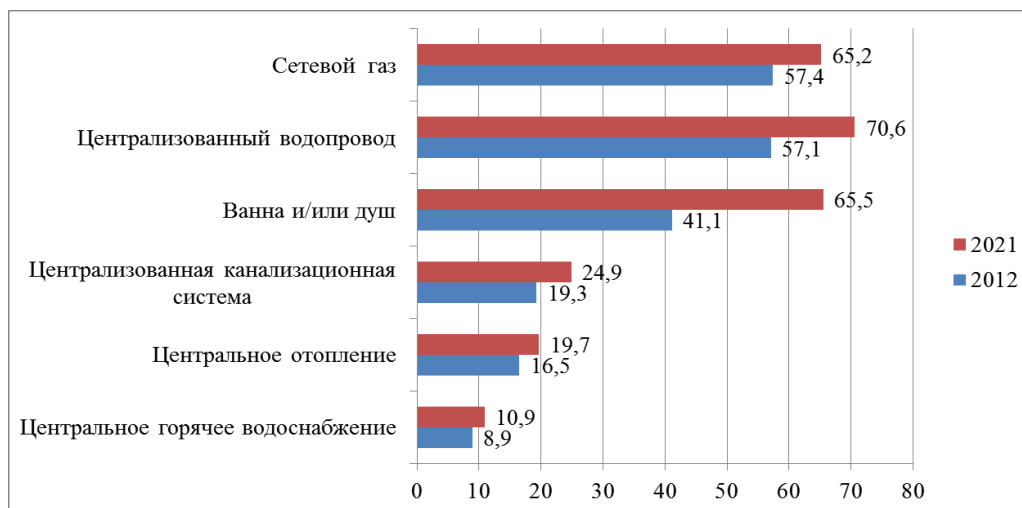


Рис. 3 – Доля жилых помещений, оборудованных в 2012 г. и 2021 г. различными видами инженерных коммуникаций, %

Источник: составлено автором на основе [7]

Обеспеченность населения врачами и средним медицинским персоналом выросла соответственно на 23,2 и 12,8 % соответственно, что объясняется реализацией государственных программ «Земский доктор» и «Земский Фельдшер» (период реализации с 2012 г. по 2024 г.). Однако, одновременно вплоть до 2018 г. происходило снижение мощности амбулаторно-поликлинических организаций (с 150 посещений в смену на 10 тыс. чел. до 117 посещений в смену на 10 тыс. чел.), что связано с модернизацией и закрытием малокомплектных организаций сферы здравоохранения. В малых поселениях, удельный вес населенных пунктов, на территории которых находятся учреждения здравоохранения, составляет всего 7,6 %. При этом медицинские организации есть в трети средних поселений (36,9 % от общего количества населенных пунктов) и в половине крупных.

Практика показывает, что отсутствие в малых населенных пунктах учреждений здравоохранения связано с малой численностью населения этих поселков, а жители этих населенных пунктов могут получить медицинские услуги как в со-

седних (57 % жителей малых поселков могут ездить в учреждения здравоохранения соседних сел), так и за счет передвижных медицинских центров.

В сфере образования ситуация более стабильная и сохраняющийся тренд на повышение охвата детей дошкольным образованием и увеличение количества учащихся на одну организацию общего образования свидетельствует о том, что имеющиеся резервы данного вида инфраструктуры (а именно возможность дополнительного увеличения количества мест) в настоящее время должны быть под постоянным контролем и удовлетворять возрастающие потребности сельского населения.

В сельской местности остается высокая концентрация кадров для учреждений образования (для учреждений дошкольного образования – 93,0 %, учреждений общего образования – 90,9 %). Число воспитанников в учреждениях дошкольного образования составило 1,1 млн человек, в учреждениях общего образования – 3,5 млн человек.

Доля детей, посещающих учреждения образования, расположенные в населенных пунктах, где они проживают, относительно низкая. Так, в учреждения дошкольного образования ходят лишь 37,9 % детей от общего количества детей в возрасте 1-6 лет, в учреждениях общего образования – 59,3 % детей от общего количества детей в возрасте 7-17 лет.

Культурное и духовное саморазвитие связано с наличием и функционированием сельских культурных и духовных центров, которых на неурбанизированных территориях недостаточно. Так, встраиваемая в современный образ жизни цифровизация в виде появления новых сервисов, программ, информационных продуктов, а также улучшение и расширение доступа к высокоскоростному интернету приводит к тому, что число пользователей библиотечным фондом за десятилетний период снизилось более чем 10,0 %, а обеспеченность населения учреждениями культурно-досугового типа на 15,7 %. Также отметим неудовлетворительное состояние домов культуры, отсутствие обновления библиотечных фондов и их модернизации в соответствии с мировыми трендами.

В то же время есть и улучшения по цифровизации сельской местности. Так, реализуемый Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации совместно с оператором связи ПАО «Ростелеком» федеральный проект «Устранение цифрового неравенства» направлен как раз на приближение неурбанизированных территорий к урбанизированным в области цифровизации. В рамках данного проекта в населенных пунктах с численностью населения от 100 до 500 чел. устанавливаются средства связи для оказания услуг подвижной радиотелефонной связи стандарта 4G, что будет способствовать привлекательности сельских территорий при выборе места проживания.

Рассматривая вопросы доступности торгово-бытовых услуг на неурбанизированных территориях следует отметить, что 44 % всех сельских территорий РФ имеют недостаточный уровень обеспеченности сельского населения пунктами бытового обслуживания. Так, объектами розничной торговли обеспечено 22,0 % сельских поселений, объектами общественного питания 6,0 %, а объектами предоставления бытовых услуг – 3,6 %. Основными причинами такой ситуации являются отдаленность сельских территорий, неразвитость сельской торговой логистики, территориальное расположение, низкий уровень торговой логистики и демографические проблемы.

Таким образом, проведенный анализ состояния природно-ресурсного потенциала и тенденций развития инфраструктуры сельских территорий России в целом показал, что комплекс проблем еще не решен и пока он остается многофакторным. Поэтому необходимо улучшать материально-техническое и ресурсное оснащение объектов инфраструктуры; вводить в действие новые мощности объектов производственного, рыночного и социально-культурного назначения (школ, дошкольных учреждений), сохранять и развивать сети образовательных, медицинских, культурно-досуговых и спортивно-оздоровительных учреждений; увеличивать мощности больничных и амбулаторно-поликлинических организаций, учреждений культуры клубного типа, а также проводить реконструкцию и капитальный ремонт дорог, расширять дорожное покрытие, внедрять процессы цифровизации и автоматизации.

Как раз и предпринимаемые меры на государственном, региональном и муниципальных уровнях власти указывают на перспективность таких мероприятий и их стратегическую значимость для страны. Сдвигаемый акцент государства в сторону выравнивания уровня качества жизни населения на сельских территориях и возрождения села в целом позволяет видеть важность дальнейшего научного исследования такой многогранной и многоаспектной области пространственного развития нашей страны, как сельские территории и принятия необходимых системных мер для их полноценного функционирования.

#### **Заключение.**

Неравномерное обеспечение сельских территорий различными видами ресурсов приводит к пространственной их асимметрии и, как следствие, влияет на ресурсно-инфраструктурное обеспечение села. Наличие проблемной ситуации возникает при несоответствии инфраструктурного обустройства природно-ресурсному потенциалу. Изучение внутрирегиональных особенностей функционирования инфраструктурного комплекса проводилось на основе ресурсно-инфраструктурного подхода с учетом использования внутреннего ресурсного потенциала сельских территорий.

В процессе исследования проведена классификация сельских территорий по совокупности идентификационных оснований, характеризующих системные и пространственные аспекты развития, комплементарные и конституирующие признаки, на основе которых выявлена специфика сельских территорий, влияющая на их ресурсно-инфраструктурное обеспечение.

В разрезе основных ресурсов (финансовые, земельные, трудовые, экономические) определена неравномерность развития инфраструктуры сельских территорий России по уровню использования природно-ресурсного потенциала, проблемы и причины такой дифференциации. Это, прежде всего, касается нерешенности задач в рамках реализации ГП «Комплексное развитие сельских территорий на 2020-2025 гг.»; отсутствия взаимосвязи между численностью населения, проживающего в сельской местности, и вводом объектов инфраструктуры в эксплуатацию; неопределенности установления границ между административно-территориальными образованиями России; необеспеченности системами комфортного проживания (электричество, газ, отопление, водообеспечение, канализация и т. д.); низкой доступности и отдаленности сельских территорий (неудовлетворительное состояние транспортной и дорожной сети); неразвитости сельской торговой логистики.

Применительно к сельским территориям развитие инфраструктуры должно быть построено на принципах обеспечения баланса между использованием природно-ресурсного потенциала в сельской местности и созданием благоприятной среды жизнедеятельности, что укрепит финансовую базу и предоставит большую самостоятельность органам местной власти в решении вопросов развития инфраструктурного комплекса.

#### **Библиография**

1. Аналитическая записка «Земельный потенциал России: состояние, проблемы и меры по его рациональному использованию и охране» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=5e5ba20e-8e6f-440b-8e17-5b52118fe86c> (дата обращения 24.07.2023).

2. Бондаренко Л.В. Социально-экономические различия между городом и деревней: научные воззрения и отечественная практика / Л. В. Бондаренко // Вестник Российской академии наук. – 2018. – Т. 88. – № 10. – С. 867–877.
3. Закшевский В.Г. Оценка соответствия сельского человеческого капитала условиям его развития / В. Г. Закшевский, И. И. Новикова // Научное обозрение: теория и практика. – 2021. – Т. 11. – № 5 (85). – С. 1333–1344.
4. Закшевский В.Г. Мониторинг условий развития человеческого капитала сельских территорий / В. Г. Закшевский, З. В. Гаврилова // Научное обозрение: теория и практика. – 2020. – Т. 10, № 10 (78). – С. 2384–2396.
5. Меренкова И.Н. Формирование системы мониторинга жизнеобеспечения населения сельских территорий / И. Н. Меренкова, А. И. Добрунова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13. – № 2 (65). – С. 162–168.
6. Полухин А.А. Управление земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения: генезис понятия и основополагающие функции / А. А. Полухин, А. А. Титков // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 3 (78). – С. 122–129.
7. Российский статистический ежегодник. 2013-2022: Стат.сб. / Росстат. – М., 2013-2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения 24.07.2023).
8. Рудой Е.В. «Новые деревни»: к вопросу об устойчивом развитии сельских поселений в шестом технологическом укладе / Е. В. Рудой, М. С. Петухова, М. В. Кондратьев, С. В. Рюмкин // ЭКО. – 2022. – № 7. – С. 169–184.
9. Стомба Е.В. Стратегия устойчивого развития сельских территорий региона: на материалах Нечерноземной зоны Республики Башкортостан: дис. ... доктора экономических наук: 08.00.05. – Уфа, 2021. – 427 с.

#### References

1. Analytical note «Land potential of Russia: state, problems and measures for its rational use and protection» [Electronic resource]. – URL: <https://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=5e5ba20e-8e6f-440b-8e17-5b52118fe86c> (accessed date 24.07.2023).
2. Bondarenko, L.V. Socio-economic differences between the city and the village: scientific views and domestic practice / L. V. Bondarenko // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. – 2018. – Т. 88. – № 10. – S. 867–877.
3. Zakshevsky V.G. Assessment of the compliance of rural human capital with the conditions of its development / V. G. Zakshevsky, I. I. Novikova // Scientific review: theory and practice. – 2021. – Т. 11. – № 5 (85). – Pp. 1333–1344.
4. Zakshevsky V.G. Monitoring the conditions for the development of the human capital of rural areas / V. G. Zakshevsky, Z. V. Gavrilova // Scientific review: theory and practice. – 2020. – Т. 10, № 10 (78). – Pp. 2384–2396.
5. Merenkova I.N. Formation of a system for monitoring the life support of the population of rural areas / I. N. Merenkova, A. I. Dobrunova // Bulletin of Voronezh State Agrarian University. – 2020. – Т. 13. – № 2 (65). – Pp. 162–168.
6. Polukhin A.A. Management of agricultural land resources: genesis of concepts and fundamental functions / A. A. Polukhin, A. A. Titkov // Bulletin of agrarian science. – 2019. – № 3 (78). – Pp. 122–129.
7. Russian Statistical Yearbook. 2013-2022: St.sb. / Rosstat. – М., 2013-2022. [Electronic resource]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (date of circulation 24.07.2023).
8. Rudoy E.V. «New Villages»: on the issue of sustainable development of rural settlements in the sixth technological structure / E. V. Rudoy, M. S. Petukhova, M. V. Kondratyev, S. V. Ryumkin // ECO. – 2022. – № 7. – Pp. 169–184.
9. Stovba E.V. Strategy for Sustainable Development of Rural Areas of the Region: on the materials of the Non-Black Earth Zone of the Republic of Bashkortostan: dis.... Doctors of Economics: 08.00.05. – Ufa, 2021. – 427 p.

#### Сведения об авторах

Меренкова Ирина Николаевна, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист России, ведущий научный сотрудник Института региональной экономики и межбюджетных отношений Финансового университета при Правительстве РФ, ул. Тверская, д. 22 б, стр. 3, г. Москва, 125009; заведующий отделом управления АПК и сельскими территориями Научно-исследовательского института экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района – филиала ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В.В. Докучаева», ул. Серафимовича, д. 26 а, г. Воронеж, 394042, тел. +79515544841, e-mail: [upr-nii@yandex.ru](mailto:upr-nii@yandex.ru).

Помотилов Дмитрий Николаевич, аспирант отдела управления АПК и сельскими территориями Научно-исследовательского института экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района – филиала ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В.В. Докучаева», ул. Серафимовича, д. 26 а, г. Воронеж, 394042, тел. +79690758778, e-mail: [pomotilov@gmail.com](mailto:pomotilov@gmail.com).

#### Information about authors

Merenkova I.N., Doctor of Economics Sciences, Professor, Leading researcher, Institute of Regional Economy and Interbudgetary Relations Financial University under the Government of the Russian Federation, st. Tverskaya, 22 b, building. 3, Moscow, 125009; Head of the Department of Administration of the AIC and rural territories, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region – Branch of Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev; st. Serafimovich, d. 26 a, Voronezh, tel.: +79515544841, e-mail: [upr-nii@yandex.ru](mailto:upr-nii@yandex.ru).

Pomotilov D.N., Graduate student of the Department of Administration of the AIC and rural territories, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region – Branch of Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev; st. Serafimovich, d. 26 a, Voronezh, tel.: +79690758778, e-mail: [pomotilov@gmail.com](mailto:pomotilov@gmail.com).

## НАЛОГОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КФХ И ИП: ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЕНС

**Аннотация.** В рыночных условиях хозяйствования, когда каждый экономический субъект заинтересован в получении прибыли, актуальной проблемой является грамотное налоговое планирование.

Суть налогового планирования заключается в комплексе мер, которые экономические субъекты предпринимают с целью снижения расходов на пошлины, налоги, сборы и другие обязательные налоговые платежи, что позволяет сохранить больше средств для развития бизнеса или инвестиций в новые проекты.

У субъектов малого бизнеса финансовые возможности ограничены, в связи с этим очевидна их заинтересованность в снижении размеров уплачиваемых налогов и страховых взносов. Таким образом, анализ особенностей оценки налоговой нагрузки и возможностей их использования достаточно актуален.

В статье представлен обзор существующих режимов налогообложения, обоснованы преимущества и проблемные моменты в их использовании для индивидуальных предпринимателей и глав К(Ф)Х. Авторы приходят к выводу, что налоговое планирование у ИП и К(Ф)Х в основном будет сводиться к грамотному применению налоговых льгот.

Особое внимание уделено праву уменьшить налог при УСН и авансовые платежи на налоговый вычет – страховые взносы, которые уплачены в том же периоде, за который начислены единый налог или авансовый платеж. Основное содержание исследования составляет анализ практической реализации указанного права в связи с введением института единого налогового счета.

Авторы приходят к выводу, что проблемными аспектами налогового планирования в связи с введением института единого налогового счета являются сложности с авансовыми платежами и риски автосписания сумм, с которыми организации и предприниматели не согласны. Практическая реализация налогового планирования у предпринимателей, по мнению авторов, затруднена увеличением количества документов, направляемых в адрес налоговой службы.

**Ключевые слова:** налоговое планирование, индивидуальный предприниматель, крестьянское (фермерское) хозяйство, налог, страховые взносы.

## TAX PLANNING OF P(F)E AND SOLE PROPRIETORS: FEATURES SALES UNDER THE CONDITIONS OF A STA

**Abstract.** In the market conditions of management, when every economic entity is interested in obtaining income, competent tax planning is an urgent problem.

The essence of tax planning is a set of measures that economic entities undertake in order to reduce the costs of duties, taxes, fees and other mandatory tax payments, this allows you to save more funds for business development or investment in new projects.

Small businesses have limited financial opportunities, and therefore their interest in reducing the amount of taxes and insurance premiums paid is obvious. Thus, the analysis of the features of the assessment of the tax burden and the possibilities of their use is quite relevant.

The article provides an overview of the existing taxation regimes, justifies the advantages and problematic points in their use for individual entrepreneurs and heads of P(F)E. The authors come to the conclusion that tax planning for sole proprietors and P(F)E will mainly be reduced to the competent application of tax benefits.

Special attention is paid to the right to reduce the tax at the USN and advance payments for tax deduction – insurance premiums that are paid in the same period for which a single tax or advance payment is accrued. The main content of the study is an analysis of the practical implementation of this right in connection with the introduction of the institute of a single tax account.

The authors come to the conclusion that problematic aspects of tax planning in connection with the introduction of the institute of a single tax account are difficulties with advance payments and the risks of self-writing amounts with which organizations and entrepreneurs do not agree. The practical implementation of tax planning among entrepreneurs, according to the authors, is complicated by the increase in the number of documents sent to the tax service.

**Keywords:** tax planning, individual entrepreneur, peasant (farmer) economy, tax, insurance premiums.

Система налогообложения должна обеспечить заданный бюджетами уровень налоговых доходов; воздействовать посредством регулирующей функции на развитие экономики в целом, объем и структуру производства; обеспечить посредством социальной функции перераспределение общественных доходов между различными категориями граждан. Участниками отношений в налоговой сфере являются: налоговые органы, налогоплательщики и плательщики сборов, налоговые агенты, финансовые органы и др. В качестве налогоплательщиков и плательщиков сборов выступают юридические и физические лица, на которых возложена обязанность уплачивать налоги и сборы.

В рыночных условиях хозяйствования, когда каждый экономический субъект заинтересован в получении прибыли, актуальной проблемой является грамотное налоговое планирование. Налоговое планирование – это использование организацией и предпринимателями законных методов и инструментов для максимального уменьшения налоговых обязательств.

Суть налогового планирования заключается в комплексе мер, которые экономические субъекты предпринимают с целью снижения расходов на пошлины, налоги, сборы и другие обязательные налоговые платежи, что позволяет сохранить больше средств для развития бизнеса или инвестиций в новые проекты. Считаем справедливым утверждение Черниковой А.Е. о том, что потребность в налоговом планировании диктуется преимущественно двумя факторами: тяжестью налогового бремени для хозяйствующих субъектов, а также сложностью и изменчивостью налогового законодательства [5].

У субъектов малого бизнеса финансовые возможности ограничены, в связи с этим очевидна их заинтересованность в снижении размеров уплачиваемых налогов и страховых взносов. Таким образом, анализ особенностей оценки налоговой нагрузки и возможностей их использования достаточно актуален. Вопросы функционирования налогового механизма и его учета при налоговом планировании экономических субъектов всегда привлекают внимание исследователей [1, 2, 4], но в 2023 году радикально изменен подход к организации работы налоговых органов России.

Цель данного исследования – оценка доступности налогового планирования и особенностей его реализации в современных условиях на примере таких субъектов малого предпринимательства, как индивидуальные предприниматели и крестьянские фермерские хозяйства.

Индивидуальный предприниматель имеет двойственный правовой статус: с одной стороны, он является субъектом предпринимательской деятельности с соответствующим правовым статусом, с другой стороны – просто физическим лицом. Также следует отметить, что граждане вправе заниматься производственной или иной хозяйственной деятельностью в области сельского хозяйства без образования юридического лица на основе соглашения о создании крестьянского (фермерского) хозяйства. При этом главой крестьянского (фермерского) хозяйства может быть гражданин, зарегистрированный в качестве индивидуального предпринимателя. От того, как оформлено объединение сельхозпроизводителей, зависит не только учет, но и ответственность участников. Согласно ст. 86.1. ГК РФ члены КФХ вправе создать юридическое лицо на основе личного участия и имущественных вкладов.

Исходя из данных, обобщенных Росстатом, 32 % субъектов малого и среднего предпринимательства развивают свой бизнес в Центральном федеральном округе. Что касается Белгородской области, в ее экономике малое предпринимательство играет существенную роль, во многом определяющую уровень благосостояния общества.

В 2021 году в рамках экономической переписи обследованию подлежали субъекты, официально зарегистрированные в ЕРСМП, а это более 19 тысяч малых и около 42 тысяч индивидуальных предпринимателей. Благодаря проведенной совместной работе с различными структурами области Белгородстатом достигнуты хорошие результаты в обеспечении полноты охвата наблюдением респондентов, внесенных в каталог наблюдения – 91,3 %. Доля полученных отчетов по МП составила 93,8 %, по ИП – 90,2 %. В отдельных районах области был достигнут максимальный 100%-й охват предпринимателей наблюдением.

Экономическая перепись малого бизнеса была проведена в новом формате с акцентом на безбумажном информировании предприятий о необходимости предоставления сведений. С этой целью Белгородстатом была произведена рассылка информационного обращения к субъектам МСП по имеющимся электронным адресам, а также по каналам связи Управления Федеральной налоговой службы по Белгородской области, Управления Пенсионного фонда по Белгородской области, Банка «Открытие» и специализированными операторами связи. Впервые при сборе форм статистической отчетности Росстат использовал Единый портал государственных и муниципальных услуг. Почти 8 % индивидуальных предпринимателей Белгородской области выбрали этот способ представления данных.

Исходя из данных переписи, число крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей по субъектам ЦФО распределилось следующим образом (таблица 1).

**Таблица 1 – Число крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей по субъектам ЦФО на 1 августа 2021 года, тыс. ед.**

Субъекты РФ в Центральном федеральном округе	К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели	из них			
		К(Ф)Х	в том числе		ИП
			юридические лица	главы К(Ф)Х	
РФ – всего	118,27	100,06	5,89	94,17	18,21
Белгородская область	1,56	1,21	0,07	1,14	0,35
Брянская область	0,59	0,54	0,02	0,52	0,05
Владимирская область	0,79	0,71	0,25	0,46	0,08
Воронежская область	2,59	2,46	0,05	2,41	0,13
Ивановская область	0,46	0,41	0,06	0,35	0,06
Костромская область	0,22	0,21	0,01	0,20	0,01
Курская область	1,15	1,02	0,13	0,89	0,13
Липецкая область	0,91	0,77	0,11	0,66	0,14
Московская область	0,96	0,81	0,18	0,63	0,15
Орловская область	0,97	0,87	0,08	0,80	0,10
Рязанская область	0,52	0,47	0,02	0,45	0,05
Смоленская область	0,46	0,40	0,06	0,34	0,06
Тамбовская область	1,47	1,33	0,07	1,27	0,14
Тверская область	0,37	0,29	0,02	0,27	0,08
Тульская область	0,67	0,60	0,14	0,46	0,08
Ярославская область	0,26	0,23	0,07	0,16	0,02

Источник: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SXMP\\_2021\\_predv\\_KFH\\_IP.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SXMP_2021_predv_KFH_IP.pdf)

Следует отметить активность малого бизнеса в Белгородской области относительно средних показателей по России. При этом К(Ф)Х в нашем регионе предпочитают регистрироваться без образования юридического лица.

В 2022 году в области были зарегистрированы еще 227 индивидуальных предпринимателей, и всего одно крестьянское фермерское хозяйство. По нашему мнению, граждан, ведущих подсобное личное хозяйство от регистрации в качестве К(Ф)Х удерживает непонимание преимуществ такой формы ведения бизнеса, и предстоящая необходимость разобраться в особенностях налогообложения.

У главы К(Ф)Х перед физическим лицом (при условии ведения ЛПХ) есть ряд преимуществ:

- законное землепользование в больших размерах (более 2,5 Га);
- возможность работать официально по продаже продукции с широким кругом покупателей (глава КФХ имеет возможность проходить сертификацию, а у ЛПХ немногие будут покупать, так как покупающий у физического лица становится налоговым агентом – должен удерживать у продавца – физического лица и перечислять в бюджет НДФЛ в размере 13 % от стоимости покупки);
- получение господдержки в больших объемах, чем ЛПХ, то есть наравне с сельскохозяйственными товаропроизводителями;
- получение заемных средств от банков в большем объеме, чем как физлицо по причине того, что зарплата физлица или доход безработного ЛПХ по определению меньше, чем предпринимательский доход КФХ;
- привлечение и создание дополнительных рабочих мест на законных основаниях;
- формирование пенсионных прав главы КФХ и наемных работников в полном объеме, возмещение пособий по больничным листам и в связи с материнством.

На сегодняшний день предприниматели могут выбрать подходящий для себя режим налогообложения из общей системы (ОСН), упрощенной системы (УСН), единого сельскохозяйственного налога (ЕСХН), патентной системы налогообложения (ПСН), налога на профессиональный доход (НПД) и автоматической системы налогообложения (АУСН).

На общую систему налогообложения попадают ИП сразу после регистрации, если не подадут уведомление о переходе на специальный режим. Но субъектам малого бизнеса целесообразно выбрать другой режим налогообложения, чтобы оптимизировать налоговую нагрузку.

ИП на УСН платят один налог: 6% при объекте «Доходы» или 15 % при объекте «Доходы минус расходы». При этом у регионов есть возможность устанавливать пониженные ставки налога при УСН: для всех налогоплательщиков или отдельных категорий. Еще на УСН «Доходы минус расходы» есть минимальный налог – 1 % от годовых доходов. Если по итогам года налог от прибыли будет меньше либо получится убыток, бизнес все равно должен заплатить минимальный налог.

Также предусмотрены повышенные ставки для ИП и компаний на УСН – 8 % при объекте «Доходы» или 20 % при объекте «Доходы минус расходы». Их применяют, если сотрудников в штате стало больше 100 или доход нарастающим итогом с начала 2023 года превысил 188,55 млн рублей, а с 2024 года – 199,35 млн рублей. То есть право работать на УСН остается, но бизнес начинает платить повышенный налог.

На УСН компаниям и ИП надо раз в год сдавать налоговую декларацию, отчетность за сотрудников, если они есть, и заполнять книгу учета доходов и расходов.

ЕСХН подойдет тем, кто сам выращивает, перерабатывает и продает сельхозпродукцию. Но при этом есть одно условие: сельскохозяйственная деятельность должна приносить ИП или компании минимум 70 % от общего дохода. Если бизнес ему не соответствует, работать на ЕСХН нельзя. Компании и ИП на ЕСХН платят: налог 6 % с прибыли и НДС. Налоговым кодексом предусмотрена возможность получить освобождение от уплаты НДС, если доходы от деятельности на ЕСХН за предыдущий год не превысили значение в 60 млн. рублей [4]. Прямого освобождения от НДС нет, но его можно получить по ст. 145 НК РФ, если направить уведомление об освобождении в ФНС.

Перечень расходов по ЕСХН широкий – около 50 различных видов, но закрытый: учесть можно только те затраты, которые указаны в п. 2 ст. 346.5 НК РФ. Список аналогичен соответствующему списку по УСН. В то же время, на ЕСХН в сравнении с перечнем расходов на УСН можно дополнительно учесть:

- затраты на приобретение земельных участков;
- затраты на питание работников, занятых в сельхозработках;
- оплату обучения лиц, с которыми заключены договоры, предусматривающие их работу у налогоплательщика в течение не менее трех лет по специальности;
- стоимость покупки молодняка скота и птицы, мальков рыбы;
- потери от падежа и вынужденного убоя птицы и животных в пределах норм,
- потери от стихийных бедствий, пожаров, аварий, эпизоотий и других чрезвычайных ситуаций и пр.

При патентной системе налогообложения предприниматель уплачивает фиксированную сумму налога – стоимость патента. Она не зависит от реальных заработков предпринимателя. Потенциальный доход, от которого считают 6 % налога, устанавливает регион для каждого вида деятельности.

Чтобы работать на патенте, надо учесть ряд ограничений, в том числе по виду деятельности, по количеству сотрудников и годовому доходу. Юридические лица данной системой налогообложения воспользоваться не смогут.

Автоматизированная упрощенная система налогообложения пока доступна только в Москве, Татарстане, Московской и Калужской областях. Предполагается, что эксперимент с АУСН продлится до 31 декабря 2027 года. Самостоятельно бизнесу ничего считать не надо – за него это сделает налоговая инспекция. Она получит сведения о доходах и расходах: через онлайн-кассу, от уполномоченного банка или от самого плательщика через его личный кабинет, если доход получили без кассы и не на расчетный счет – например, какой-то взаимозачет. Сведения о таком доходе нужно ежемесячно передавать в налоговую через личный кабинет не позднее пятого числа следующего месяца. При очевидных преимуществах у АУСН много ограничений. После окончания эксперимента станет окончательно понятна судьба этого нововведения.

При таком разнообразии систем налогообложения у ИП и К(Ф)Х возникает закономерный вопрос: что выбрать? По нашему мнению, режим ЕСХН является оптимальным режимом налогообложения для КФХ, если возможно соблюдение необходимых для применения данного режима налогообложения условий. Поскольку КФХ может применять ЕСХН, если подпадает под предусмотренные условия, не следует допускать превышения доли доходов от деятельности, не связанной с сельским хозяйством, поскольку в таком случае налогоплательщик может быть переведен на ОСН с доначислением соответствующих налогов и пеней.

Преимуществом УСН для КФХ является то, что нет необходимости следить за непревышением 70 %-го порога доли доходов. Но при этом нужно следить за размером выручки, численностью работников и стоимостью основных средств (у юридического лица).

Кроме того, есть еще одна проблема: при получении из бюджета субсидий в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» они должны быть учтены в составе доходов при определении налоговой базы по УСН как внереализационные доходы (при использовании объекта «доходы»).

Общеизвестно, что в бухгалтерском и налоговом учете признать доходы и расходы можно двумя способами, используя метод начисления или кассовый метод.

Метод начисления связан с периодом фактического проведения хозяйственной операции. Учесть соответствующий доход или расход нужно в дату его возникновения по документам или в дату передачи сырья, оказания услуг, то есть в момент, когда доход или расход был начислен.

При использовании кассового метода признать доходы или расходы следует в периоде, когда произошел факт оплаты, то есть, когда деньги поступили или покинули кассу, или расчетный счет или, когда организация получила или передала иное имущество [3].

На практике чаще всего юридические лица ведут учет первым способом, следуя указаниям бухгалтерских стандартов и Налогового кодекса. Считается, что признание доходов и расходов по факту отгрузки наиболее точно отражает результат работы бизнеса. Однако, что касается индивидуальных предпринимателей, работающих на УСН, они обязаны учесть расходы исключительно по факту оплаты. Таким образом, маневры для налогового планирования у ИП и глав К(Ф)Х ограничены. Хотя нельзя не отметить главное преимущество кассового метода учета – это сокращение кассовых разрывов: т.е. исключается ситуация, когда компания должна уплатить налог, а денежные средства еще не поступили.

Налоговое планирование у ИП и К(Ф)Х в основном будет сводиться к грамотному применению налоговых льгот, о которых предприниматели часто забывают или не знают вовсе.

Например, налогоплательщики с объектом «доходы» вправе уменьшить налог при УСН и авансовые платежи на налоговый вычет – страховые взносы, которые уплатили в том же периоде, за который начислены единый налог или авансовый платеж.

В эту сумму можно включать страховые взносы за предыдущие налоговые периоды, которые перечислены в отчетном периоде. Например, в январе 2024 года перечислены взносы за декабрь 2023 года. Эти суммы уменьшают авансовый платеж за I квартал 2024 года и отражаются в декларации по УСН за 2024 год.

За расчетный 2022 год на основании положений ст. 430 Налогового кодекса РФ главам крестьянско-фермерских хозяйств и индивидуальным предпринимателям не позднее 31 декабря указанного года необходимо было уплатить страховые взносы за себя (а главам КФХ и за каждого члена крестьянского (фермерского) хозяйства) в фиксированных размерах: на обязательное пенсионное страхование 34 445 рублей, на обязательное медицинское страхование 8 766 рублей. Уплата страховых взносов в фиксированных размерах осуществлялась плательщиками независимо от возраста, вида деятельности и факта получения дохода от предпринимательской деятельности.

С целью снижения нагрузки по оплате взносов в декабре 2022 года все эксперты рекомендовали предпринимателям уплачивать фиксированные платежи по страховым взносам равномерными частями на протяжении всего календарного года.

В случае, если величина дохода за год превысила 300 000 рублей, необходимо дополнительно исчислить и уплатить страховые взносы на обязательное пенсионное страхование в размере 1 % от суммы дохода, превышающего 300 000 рублей за расчетный период. При этом общий размер страховых взносов на обязательное пенсионное страхование за год не может быть более установленного размера (например, в 2021 году это 259 584 рублей, в 2022 году – 275 560 рублей). Уплата страховых взносов в размере 1 % должна быть произведена не позднее 01 июля года, следующего за отчетным периодом.

Следует отметить, что до 2023 года фиксированные взносы состояли из двух частей: на обязательное пенсионное страхование и обязательное медицинское страхование. Их оплачивали разными платежными поручениями. Начиная с 2023 года такого разделения нет. Теперь установлена единая сумма взносов, которая составляет их совокупный фиксированный размер. За 2023 год взносы составляют:

45 842 руб. + 1 % с дохода свыше 300 тыс. рублей.

По взносам в 1% есть максимум, как и предыдущие отчетные периоды, их размер в текущем году установлен на уровне 257 061 руб.

Итого максимальные взносы ИП составят  $45\,842 + 257\,061 = 302\,903$  руб.

Доход для взносов в 1 % считают в зависимости от режима налогообложения.

Положениями Налогового кодекса РФ не предусмотрен дифференцированный подход к определению размера страховых взносов на ОПС для глав КФХ в зависимости от полученного объема дохода, то есть главы КФХ не уплачивают страховые взносы на ОПС в размере 1,0 % от суммы дохода, превышающего 300 000 руб. за расчетный период.

Независимо от того, зарегистрировано К(Ф)Х как организация или без образования таковой, для целей уплаты страховых взносов на обязательное страхование плательщик взносов всегда глава КФХ, который приравнен к ИП. Особенности расчета и уплаты взносов установлены для главы КФХ пунктом 2 статьи 430 НК РФ, он платит взносы за себя и за каждого члена КФХ в фиксированном размере. С выплат наемным работникам глава КФХ платит страховые взносы по общим правилам по действующим тарифам.

Вопросы практической реализации налогового планирования вызывают новый интерес в связи с введением механизма единого налогового счета (далее – ЕНС), который заработал в России 1 января 2023 года. Идея этого нововведения состоит в том, что экономическим субъектам ЕНС нужно пополнять с помощью единого налогового платежа до срока уплаты налогов. Поступившие перечисления в дальнейшем автоматически распределяются для погашения обязательств. В теории единый платеж, по мнению инициаторов его введения, упрощает бизнесу расчеты с бюджетом, но практика показала, что полезная новация имеет и ряд особенностей в части документального оформления перевода средств и налогового планирования.

Анализ положений налогового законодательства позволил определить способы уменьшить налоги ИП и К(Ф)Х на фиксированные взносы в 2023 году. Рассмотрим возможности их реализации.

В соответствии с п. 3.1 ст. 346.21 НК РФ (в редакции, действовавшей до 31.07.2023) ИП на УСН с объектом налогообложения «доходы» уменьшали сумму налога (авансовых платежей по налогу), исчисленную за налоговый (отчетный)



период, на сумму страховых взносов (в пределах исчисленных сумм), уплаченных в данном налоговом (отчетном) периоде. Иначе говоря, ранее взносы в уменьшение единого налога (авансовых платежей) учитывались по факту оплаты.

По новым правилам налог уменьшается на сумму страховых взносов, которые подлежат уплате в соответствующем налоговом периоде. При этом взносы считаются подлежащими уплате в конкретном налоговом периоде, даже если дата их уплаты в соответствии с п. 7 ст. 6.1 НК РФ переносится на первый рабочий день следующего года.

Эти же правила применяются и в отношении дополнительных взносов, которые уплачиваются в размере 1 % с доходов свыше 300 000 руб. Они уменьшают налог того периода, в котором подлежат уплате. То есть получается, что по итогам работы за 2023 год дополнительная сумма взносов сможет уменьшить налог при УСН (авансовый платеж) за 2024-й, а не 2023 год. Ранее у ИП была возможность уплачивать дополнительные взносы равномерно, учитывая эти суммы при расчете ежеквартальных авансовых платежей, что позволяло быстрее воспользоваться льготой.

Однако с новыми нормами остается вопрос, на который пока нет однозначного ответа: можно ли на всю годовую сумму взносов (в т. ч. в размере 1 % с доходов свыше 300 000 руб.), подлежащую уплате в соответствующем налоговом периоде, уменьшить авансовый платеж по УСН за I квартал или это надо делать равномерно в течение всего года.

В остальном порядок уменьшения единого налога (авансовых платежей) на сумму взносов остался прежним, а именно – ИП с работниками вправе уменьшить налог (авансы) не более чем на 50 %. На ИП без работников это ограничение не распространяется, т. е. они вправе уменьшать налог до нуля.

Что касается ИП на УСН с объектом налогообложения «доходы, уменьшенные на величину расходов», то по действующему порядку при расчете суммы налога (авансовых платежей) по УСН страховые взносы учитывают в составе расходов. При этом расходами страховые взносы для целей УСН признаются после их фактической оплаты. Иначе говоря, для плательщиков с объектом «доходы минус расходы» основным условием для признания взносов расходами остается факт их уплаты. Изменения в эту норму не вносились.

2023 год объявлен переходным: перечислять платежи на ЕНС можно двумя способами: по-новому – одним платежным поручением на КБК для единого налогового платежа, и по-старому – составляя отдельные платежные поручения с указанием КБК конкретных налогов и взносов. С 2024 года старый способ станет невозможен.

Важно понимать, что когда бы ИП или К(Ф)Х ни отправили взносы на ЕНС, ФНС их спишет только после указанных сроков уплаты. Кроме того, по новым правилам из любой суммы, поступающей на ЕНС, налоговики прежде всего списывают налоговые недоимки прошлых периодов. А значит сумма, предусмотренная в зачет взносов, может покрыть имеющийся старый долг. Таким образом, если стоит цель сократить на уплаченные взносы авансовый платеж по УСН нужно предпринять дополнительные действия.

Есть два способа повлиять на зачет взносов, чтобы они сократили авансы по УСН в течение года: нужно либо писать заявление о зачете переплаты в счет взносов, либо отправлять взносы отдельными платежками по соответствующим КБК, но второй вариант доступен только в переходном 2023 году.

Когда ИП или организация перечисляют взносы на ЕНС, деньги «видны» на счете в личном кабинете налогоплательщика в виде переплаты, или положительного сальдо. Заявление о зачете переплаты в счет взносов дает возможность зачесть указанную переплату в счет конкретных платежей, в нашем случае – в счет страховых взносов. Заявление подается только в электронном виде через бухгалтерский сервис или личный кабинет налогоплательщика. Затем, после зачета платежа можно будет вычесть из аванса по УСН зачтенный взнос. Перед уплатой нужно заполнить уведомление об исчисленных суммах и прописать там сумму платежа за вычетом взносов. Пояснения по расчетам не понадобятся, ФНС проверит расчеты в годовой налоговой декларации. Необходимость подачи уведомлений обусловлена тем, что срок платежа наступает раньше, чем отчетность по нему.

Таким образом, проблемными аспектами налогового планирования в связи с введением института единого налогового счета являются сложности с авансовыми платежами и риски автосписания сумм, с которыми организации и предприниматели не согласны. Практическая реализация налогового планирования у предпринимателей, по нашему мнению, затруднена увеличением количества документов, направляемых в адрес налоговой службы. Бесспорно, механизм единого налогового счета направлен на решение целого ряда проблем, таких как работа с долгами, необходимость перечисления причитающихся к уплате сумм в разные сроки и на разные КБК. Но в то же время для целей налогового планирования ИП и К(Ф)Х в части возможности уменьшить авансовые платежи, есть определенные трудности.

### Библиография

1. Белимова К.Н. К вопросу оценки налоговой нагрузки организации / К. Н. Белимова, И. А. Демешева // Современные проблемы АПК и их решение : Материалы V Национальной конференции, Майский, 14 октября 2022 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 113–115.
2. Евстигнеев Е.Н. Налоговый менеджмент и налоговое планирование в России : монография / Е. Н. Евстигнеев, Н. Г. Викторова. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 270 с. – ISBN 978-5-16-005597-8. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044518> (дата обращения: 08.10.2023).
3. Наседкина Т.И. К(Ф)Х: проблемы учета и налогообложения / Т. И. Наседкина, Л. А. Решетняк, Ю. И. Здоровец. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «КОНСТАНТА», 2014. – 300 с. – ISBN 978-5-9786-0357-6.
4. Решетняк Л.А. Преимущества и недостатки ЕСХН для сельхозтоваропроизводителей / Л. А. Решетняк // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 3 (23). – С. 99–105.
5. Черникова А.Е. Налоговое планирование на предприятиях в современных условиях // Проблемы экономики и менеджмента. – 2016. – № 3 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nalogovoe-planirovanie-na-predpriyatiyah-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 27.10.2023).

### References

1. Belimova K.N. On the issue of assessing the tax burden of an organization / K. N. Belimova, I. A. Demesheva // Modern problems of the agro-industrial complex and their solution : Materials of the V National Conference, Mayskiy, October 14, 2022. Volume 1. – Mayskiy : Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 2022. – Pp. 113–115.
2. Evstigneev E.N. Tax management and tax planning in Russia: monograph / E. N. Evstigneev, N. G. Viktorova. – Moscow : INFRA-M, 2020. – 270 p. – ISBN 978-5-16-005597-8. – Text: electronic. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044518> (access date: 10/08/2023).

3. Nasedkina T.I. P(F)E: problems of accounting and taxation / T. I. Nasedkina, L. A. Reshetnyak, Yu. I. Zdorovets. – Belgorod : Limited Liability Company «CONSTANTA», 2014. – 300 p. – ISBN 978-5-9786-0357-6.
4. Reshetnyak, L.A. Advantages and disadvantages of the Unified Agricultural Tax for agricultural producers / L. A. Reshetnyak // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2019. – № 3 (23). – Pp. 99–105.
5. Chernikova A.E. Tax planning at enterprises in modern conditions // Problems of economics and management. – 2016. – № 3 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nalogovoe-planirovanie-na-predpriyatiyah-v-sovremennyh-usloviyah> (access date: 10/27/2023).

#### **Сведения об авторах**

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.

Шульга Наталья Николаевна, 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 authors**

Reshetnyak Lyubov Alekseevna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 74722 39-22-04.

Shulga Natalia Nikolaevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. 74722 39-22-04.

УДК 332.3:631.147

Е.А. Саратцева, Ю.А. Кутаёв

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Аннотация.** Органическое производство – это перспективное развитие агропромышленного производства России. Наличие значительного количества земель, не используемых в сельскохозяйственном производстве, следует рассматривать как значимое окно возможности для органики. Именно залежные земли в первую очередь следует рассматривать как приоритетные для организации органического производства во взаимодействии с агропромышленными формированиями холдингового типа, обладающими комплексом инфраструктурных объектов и инженерной инфраструктурой. Установлено, что результирующим индикатором развития агропромышленного производства в растениеводстве следует рассматривать не урожайность сельскохозяйственных культур, а почвенное плодородие. Предложены методические положения, предполагающие возможность начисления амортизации по земельным участкам, основывающиеся на том факте, что снижение почвенного плодородия следует рассматривать как износ земель. На примере исследований, проведенных в Германии в период 2001-2011 гг., приведена сравнительная эффективность ведения органического сельского хозяйства в сравнении с интенсивной технологией. Установлено, что органическое производство следует рассматривать как новый организационно-технологический способ сельскохозяйственного производства, предполагающий производство продукции, обладающей высокими потребительскими качествами, отказ от использования минеральных удобрений, средств химической защиты растений, регуляторов роста, антибиотиков и т.д., применение ресурсосберегающих технологий обработки почвы, обеспечивающих ее биологизацию, и методов содержания животных, соответствующих их естественным условиям.

**Ключевые слова:** органика, земледелие, залежные земли, плодородие.

## ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC APPROACHES ON THE USE OF LAND RESOURCES OF THE ENTERPRISE WHEN CONDUCTING ORGANIC AGRICULTURE

**Abstract.** Organic production is a promising development of agro-industrial production in Russia. The presence of a significant amount of land not being used for agricultural production should be seen as a significant window of opportunity for organics. It is fallow lands that should first of all be considered as a priority for organizing organic production in interaction with holding-type agro-industrial formations that have a complex of infrastructure facilities and engineering infrastructure. It has been established that the resulting indicator of the development of agro-industrial production in crop production should be considered not the yield of agricultural crops, but soil fertility. Methodological provisions are proposed that suggest the possibility of calculating depreciation on land plots, based on the fact that a decrease in soil fertility should be considered as land wear. Based on the example of studies conducted in Germany in the period 2001-2011. The comparative effectiveness of organic farming in comparison with intensive technology is given. It has been established that organic production should be considered as a new organizational and technological method of agricultural production, which involves the production of products with high consumer qualities, refusal to use mineral fertilizers, chemical plant protection products, growth regulators, antibiotics, etc., and the use of resource-saving soil cultivation technologies ensuring its biologization and methods of keeping animals corresponding to their natural conditions.

**Keywords:** organics, agriculture, fallow lands, fertility.

Говоря о потенциале развития сегмента органической продукции сельского хозяйства в Российской Федерации, необходимо объективно оценивать те площади земельных угодий, которые могли бы быть вовлечены в оборот при обязательном условии соблюдения всех требований органического земледелия.

По различным мониторинговым оценкам площадь неиспользуемых сельскохозяйственных земель в России по состоянию на начало 2020-х годов варьируется от 40 млн. га до 97 млн. га. [2, 3, 4].

Данный, в целом негативный факт, раскрывает перед органическим сегментом АПК значительные возможности, поскольку со стратегической точки зрения такие земли имеют существенный потенциал в силу того, что для них не требуется соблюдение конверсионного периода. Однако, несмотря на такую возможность, оперативный ввод неиспользуемых земель не представляется возможным ввиду того, что он связан с целым рядом существенных проблем, главная из которых заключается в отсутствии достаточной инфраструктуры. Активный ввод в оборот залежных земель предполагает системную работу, предполагающую целый комплекс организационно-экономических мероприятий: пополнение и обновление машинно-тракторного парка, строительство функциональных зданий и сооружений, строительство объектов инженерной инфраструктуры, что в свою очередь требует существенных финансовых вложений. Данные тренды прослеживаются в разрезе оценочных показателей по культивируемым видам сельскохозяйственного земледелия (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка потенциала земель для перехода к органическому сельскому хозяйству

№ п/п	Вопросы оценки	Культивируемое сельское хозяйство / тренды		
		Конвертация земель традиционного сельского хозяйства	Введение в оборот залежных земель	Дикорастущие биологические запасы
1	Режим ведения бизнеса	↓	↑	↓
2	Стоимость конверсии / ввода в оборот	↓	↑	N/A
3	Срок конверсии / ввода в оборот	↓	↑	N/A
4	Сложность конверсии / ввода в оборот	↓	↑	N/A
5	Привлекательность для производителей	↑	↓	↑
6	Потребность в поддержке со стороны государства	↓	↑	↓

Анализ использования земель показывает, что земли, потенциально пригодные для ведения органического земледелия, пространственно локализованы в непосредственной близости от заброшенных населенных пунктов. Данный факт позволяет предположить, что развитие органического сегмента в агропромышленном комплексе страны будет происходить, прежде всего, в тесном взаимодействии с крупными агропромышленными объединениями холдингового типа. Есть все основания утверждать, что приоритетное развитие получат земли, обрабатываемые традиционными методами, а также земли, которые непосредственно граничат с землями агропромышленных предприятий, в полной мере обеспеченных всем инфраструктурным комплексом.

Изучая вопросы экономического обоснования использования сельхозугодий, экономистами-аграрниками сделан вывод, что интегральным показателем эффективности является не урожайность, а рост рентабельности производства продукции в сочетании с ростом естественного плодородия [5]. Рост урожайности сельскохозяйственных культур, по нашему мнению, следует рассматривать как закономерное следствие улучшения качества земельных ресурсов. Таким образом, следует понимать, что с ростом почвенного плодородия урожайность увеличивается гарантированно и без дополнительных затрат. При этом достижение максимального плодородия обеспечивает достижение оптимума урожайности, а рентабельность – максимума. Поэтому главной целью сельскохозяйственного предприятия является увеличение рентабельности.

Справедлива и обратная зависимость – чем сильнее снижается естественное плодородие, тем выше себестоимость получаемой продукции, тем больше ресурсов требует земледелие, тем больше затраты на приобретение ресурсов. Однако снижение плодородия, т.е., фактически, амортизация, не учитывается при расчете экономической эффективности сельскохозяйственного предприятия. С точки зрения бухгалтерского учета на землю не начисляется амортизация, и, следовательно, она не включается в издержки, что следует рассматривать как методологическую ошибку. Главная качественная характеристика земли – естественное плодородие, которое обеспечивает получение урожая, также имеет «износ» снижение качественных характеристик, снижение содержания органического вещества, деградацию биоты и нарушение оптимальных физико-химических свойств. Таким образом, снижение естественного плодородия почвыкратно снижает экономическую эффективность деятельности сельскохозяйственного предприятия.

В сравнении с интенсивной технологией, органическое поле наглядно демонстрирует максимальную выравненность, буферность по всей совокупности наблюдаемых факторов и их оптимальное соотношение. Кроме того, дополнительным способом повышения рентабельности производства является повышенная стоимость органической продукции. При этом следует иметь в виду разнонаправленные тенденции разрыва в значениях урожайности. Об этом свидетельствуют данные об урожайности при органическом земледелии в сравнении с индустриальным способом ведения сельского хозяйства на примере зерновых в Германии, за период 2001-2011 гг. (табл. 2, 3).

**Таблица 2 – Урожайность основных сельскохозяйственных культур и себестоимость ее производства при органическом земледелии и индустриальном производстве в Германии в 2001 г., %**

Культура	Динамика урожайности сельскохозяйственных культур при органическом земледелии и при индустриальном, %	Динамика себестоимости продукции при органическом земледелии и индустриальном, %
Зерновые культуры	-30%	+70%
Пшеница	-35%	+60%
Рожь	-20%	+80%
Овес	-10%	+50%
Картофель	-30%	+100%
Масличные культуры	-30%	+12%
Зернобобовые культуры	-20%	+20%

**Таблица 3 – Урожайности отдельных сельскохозяйственных культур при органическом и индустриальном земледелии в Германии в 2011 г.**

Культура	Урожайность в условиях органического земледелия, ц/га	Урожайность в условиях индустриального земледелия, ц/га	Отклонение, %
Пшеница	29,4	67,5	43,6
Рапс	22,6	38,8	58,2
Картофель	188,5	381,1	49,5

Таким образом, есть все основания утверждать, органическое сельское хозяйство на современном этапе его развития представляет не что иное, как новый организационно-технологический способ сельскохозяйственного производства, который предполагает:

- производство продукции сельского хозяйства, обладающей высокими потребительскими качествами в сравнении с традиционной продукцией;
- применение новой, комплексной технологии производства, предполагающей отказ от использования минеральных удобрений, средств химической защиты растений, регуляторов роста, антибиотиков и т.д.;
- применение ресурсосберегающих технологий обработки почвы, обеспечивающих ее биологизацию и методов содержания животных, соответствующих их естественным условиям;
- организацию рациональной системы землепользования в сельскохозяйственной организации, направленной на повышение биологического потенциала земель.

Подводя итог, следует признать, что урожайность сельскохозяйственных культур при органическом производстве по различным оценкам на 20 % ниже по сравнению с интенсивной технологией возделывания сельскохозяйственных культур, применяемой в развитых странах. Однако, она может быть на 180 % выше, в сравнении с малоинтенсивными технологиями, применяемыми в засушливых и полусушливых районах, что подчеркивает значимость органического производства.

Кроме того, следует учитывать, что производственные расходы при ведении органического сельского хозяйства значительно ниже, чем при интенсивном производстве, и при выращивании зерновых и зернобобовых культур ниже на 50-60 %; в молочном скотоводстве – на 20-25 %; при производстве прочей продукции растениеводства – на 10-20 %. Это обусловлено снижением затрат, связанным с отказом от химических средств, минеральных удобрений, принудительного орошения и снижением общей трудоемкости производственных процессов. При этом совокупные издержки только незначительно меньше в сравнении с традиционной технологией, поскольку постоянные затраты увеличиваются ввиду необходимости новых вложений в переходный период и сертификации предприятия и его производств.

Современная практика сельскохозяйственного производства на основе методов органического земледелия показывает множество примеров того, как поддержание естественных процессов в почве ведет к повышению ее потенциального плодородия. Подобные подходы становятся все более актуальными при проведении научных исследований в области организации рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения в контексте сохранения почвенного плодородия и повышения уровня развития отечественного АПК.

#### Библиография

1. Организация органического сельскохозяйственного производства в России: информ. изд. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 124 с.
2. Волков С.Н. Генеральная схема землеустройства территории Российской Федерации (содержание и методы разработки) [Текст] / С. Н. Волков // Монография. – М., ГУЗ. – 2009. – 370 с.
3. Оперативный мониторинг экономической ситуации в России: тенденции и вызовы социально-экономического развития [Электронный ресурс] / А. Божечкова, В. Ляшок, А. Мамедов и др. – М. : РАНХиГС, ВАВТ. – 2016. – 25 с. – URL: [http://www.iep.ru/files/text/crisis\\_monitoring/2016\\_2-20\\_february.pdf](http://www.iep.ru/files/text/crisis_monitoring/2016_2-20_february.pdf).
4. Разработка проектов землеустройства сельскохозяйственных организаций на основе землеустроительного зонирования сельских территорий / В. Н. Семочкин, Н. И. Иванов, И. В. Семочкин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2013. № 6. С. 61–66.
5. Тарханов О.В. О проблемах аграрного комплекса и их решении // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2011. № 14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-agrarnogo-kompleksa-i-ih-reshenii> (дата обращения: 21.11.2023).

#### References

1. Organization of organic agricultural production in Russia: information. ed. – М. : FGBNU «Rosinformagrotech», 2018. – 124 p.
2. Volkov S.N. General scheme of land management of the territory of the Russian Federation (content and methods of development) [Text] / S. N. Volkov // Monograph. – М., GUZ. – 2009. – 370 p.
3. Operational monitoring of the economic situation in Russia: trends and challenges of socio-economic development [Electronic resource] / A. Bozhechkova, V. Lyashok, A. Mamedov, etc. – М. : RANEPА, VAVT. – 2016. – 25 p. – URL: [http://www.iep.ru/files/text/crisis\\_monitoring/2016\\_2-20\\_february.pdf](http://www.iep.ru/files/text/crisis_monitoring/2016_2-20_february.pdf).
4. Development of land management projects for agricultural organizations based on land management zoning of rural territories / V. N. Semochkin, N. I. Ivanov, I. V. Semochkin // Land management, cadastre and land monitoring. 2013. № 6. Pp. 61–66.
5. Tarkhanov O.V. On the problems of the agricultural complex and their solutions // National interests: priorities and security. 2011. № 14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-agrarnogo-kompleksa-i-ih-reshenii> (date of access: 11/21/2023).

#### Сведения об авторах

Саратцева Елена Александровна, аспирант ФГБОУ ВО «ГУЗ», заместитель руководителя АНО «Российская система качества», ул. Орджоникидзе, д. 12, г. Москва, Россия, 119071, тел: +74957774312, e-mail: [Saratsseva@roskachestvo.gov.ru](mailto:Saratsseva@roskachestvo.gov.ru).

Китаев Юрий Александрович, доктор экономических наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.: +74722 39-26-97, e-mail: [Kitaev\\_YA@bsaa.edu.ru](mailto:Kitaev_YA@bsaa.edu.ru).

#### Information about authors

Sarattseva Elena Aleksandrovna, postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution «GUZ», Deputy Head of the ANO «Russian Quality System», st. Ordzhonikidze, 12, Moscow, Russia, 119071, tel: +74957774312, e-mail: [Saratsseva@roskachestvo.gov.ru](mailto:Saratsseva@roskachestvo.gov.ru).

Kitaev Yuri Aleksandrovich, Doctor of Economics, Associate Professor, Vice-Rector for Research and Innovation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone: +74722 39-26-97, e mail: [Kitaev\\_YA@bsaa.edu.ru](mailto:Kitaev_YA@bsaa.edu.ru).

УДК 336.67:631.11

Ж.А. Ульянова, Е.А. Голованева, Е.А. Базовкина

## РАСШИРЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В АНАЛИЗЕ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**Аннотация.** Для принятия эффективных управленческих решений по максимизации прибыли необходимо грамотное аналитическое обоснование возможных сценариев поиска резервов увеличения прибыли или снижения себестоимости. Большинство существующих методик анализа финансовых результатов адаптировано под средние производственные предприятия либо малые предприятия, имеющие в штате экономическую службу. Они всегда могут выявить причины снижения прибыли и найти резервы ее увеличения, провести сравнительный анализ данных собственного предприятия с данными фирм-конкурентов. В связи с этим исследование посвящено расширению задач и возможностей, а также совершенствованию методических подходов анализа финансовых результатов агропредприятия. Как правило, в используемых методиках анализа используются такие ключевые показатели как выручка, прибыль от продаж, чистая прибыль. В случае сравнительного анализа с конкурентами традиционный метод базируется на данных публичной бухгалтерской (финансовой) отчетности, а конкретнее по материалам отчета о финансовых результатах. Большинство предприятий осуществляют свою деятельность с привлечением заемного капитала, стоит отметить, что процентные платежи по кредитным обязательствам, которые отражаются в составе прочих расходов, воздействуют на совокупный конечный финансовый результат. Также предприятия получают кредиты и займы на различных условиях: исходя из срока погашения, ставки по кредиту и др., что также оказывает влияние на показатель прибыль. Чтобы избежать таких отличий, рекомендуется использование в анализе финансовых результатов показателей, которые широко применяются в международной практике управленческого учета: EBIT и EBITDA. В статье проанализированы состав и структура доходов и расходов на примере СПК «Колхоз имени Горина» в разрезе видов деятельности (текущей и прочих видов). Проведена оценка динамики показателей прибыли и рентабельности по российской и международной практике.

**Ключевые слова:** доход от реализации, валовая прибыль, чистая прибыль, рентабельность продаж.

## EXPANDING ANALYTICAL CAPABILITIES IN ANALYSIS FINANCIAL RESULTS ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ORGANIZATIONS

**Abstract.** In order to make effective management decisions to maximize profits, it is necessary to have a competent analytical justification of possible scenarios for finding reserves to increase profits or reduce costs. Most of the existing methods of analyzing financial results are adapted to medium-sized manufacturing enterprises or small enterprises that have an economic service on staff. They can always identify the reasons for the decline in profits and find reserves for its increase, conduct a comparative analysis of the data of their own enterprise with the data of competing firms. In this regard, the study is devoted to expanding the tasks and opportunities, as well as improving methodological approaches to analyzing the financial results of an agricultural enterprise. As a rule, the analysis methods used use such key indicators as revenue, profit from sales, net profit. In the case of comparative analysis with competitors, the traditional method is based on data from public accounting (financial) statements, and more specifically on the materials of the financial results report. Most enterprises carry out their activities with the involvement of borrowed capital, it is worth noting that interest payments on loan obligations, which are reflected in other expenses, affect the total final financial result. Also, enterprises receive loans and loans on various terms: based on the maturity date, loan rates, etc., which also affects the profit indicator. To avoid such differences, it is recommended to use in the analysis of financial results indicators that are widely used in international management accounting practice: EBIT and EBITDA. The article analyzes the composition and structure of income and expenses on the example of the SEC «Gorin Collective Farm» in the context of activities (current and other types). An assessment of the dynamics of profit and profitability indicators according to Russian and international practice has been carried out.

**Keywords:** revenue from sales, gross profit, net profit, return on sales.

Известно, что основополагающей целью любой коммерческой организации является максимизация прибыли, именно ее размер указывает на успешность и уровень развития бизнеса [1, 2]. Отметим, что прибылью признается именно показатель результативности деятельности организации. Он определяется в разнице учтенных доходов и произведенных расходов в ходе финансово-хозяйственной деятельности [3-6].

В отчете о финансовых результатах прибыль представлена следующими видами: валовая прибыль, прибыль от продаж, прибыль до налогообложения, чистая прибыль. С целью выявления эффективности процессов производства, управления, продаж продукции, налогообложения и проводят оценку этих показателей. В последнее время наибольшую популярность приобретают еще два вида, которые напрямую в бухотчетности не отражаются:

Показатель EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) характеризуется прибылью до вычета процентов и налогов.

Показатель EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) выражается в прибыли за минусом процентов, налогов и амортизации.

Вначале проведем анализ процесса формирования прибыли на примере СПК «Колхоз имени Горина», проведем финансовый анализ и рассчитаем вышеуказанные виды прибыли на основе данных бухгалтерской отчетности.

СПК «Колхоз имени Горина» создан путем реорганизации колхоза имени Горина в 2017 году. Колхоз имени Горина был создан в 1931 г. крестьянами для совместного производства, переработки и реализации продукции на добровольной основе. Основным видом деятельности колхоза является производство и реализация продукции. СПК «Колхоз имени Горина» является крупным специализированным хозяйством по производству свинины с развитым молочным животноводством. Продукцию растениеводства широко используют для собственного кормопроизводства.

Так как прибыль вычисляется разницей совокупных доходов и расходов предприятия в отчетном периоде, проанализируем динамику состава и структуры доходов и расходов кооператива за 2019-2022 гг. в таблицах 1-2.

**Таблица 1 – Анализ динамики и структуры доходов**

Наименование показателя	Значение в 2019 г.		Значение в 2022 г.		Темп роста	
	абс., тыс. руб.	доля, %	абс., тыс. руб.	доля, %	+;-	%
Доходы от реализации	1 922 587	90,75	2 416 141	93,54	493554	125,67
Проценты к получению	31 183	1,47	62 616	2,42	31 433	200,80
Прочие доходы	164 868	7,78	104 210	4,03	-60658	63,21
Итого прочие доходы	196 051	9,25	166 826	6,46	-29225	85,09
Всего доходы	2 118 638	100	2 582 967	100	464329	121,92

Приведенные в таблице данные позволяют сделать вывод о том, что доходы от реализации увеличились на 25,67 %, что говорит о достаточном повышении объемов продаж. Также в 2022 году сократились прочие доходы на 36,79 %. За счет этого общая величина доходов увеличилась на 22 %. Что касается структуры доходов, то наибольший удельный вес принадлежит доходам от основной деятельности, что подчеркивает производственную направленность предприятия. Структура доходов незначительно меняется за рассматриваемый период.

**Таблица 2 – Анализ динамики и структуры расходов**

Наименование показателя	Значение в 2019г.		Значение в 2022г.		Темп роста	
	абс., тыс. руб.	доля, %	абс., тыс. руб.	доля, %	+;-	%
Себестоимость продаж	1 570 327	87,26	2 146 165	87,21	575838	136,67
Коммерческие расходы	7 606	0,42	8 688	0,35	1082	114,23
Управленческие расходы	-	-	92 609	3,76	92609	-
Расходы, связанные с производством и продажей (итого)	1 577 933	87,69	2 247 462	91,33	669529	142,43
Проценты к уплате	8827	0,49	8162	0,33	-665	92,47
Прочие расходы	212 733	11,82	205 228	8,34	-7505	96,47
Итого прочие расходы	221 560	12,31	213 390	8,67	-8170	96,31
Итого расходы	1 799 493	100	2 460 852	100	661359	136,75

Приведенные в таблице данные позволяют сделать вывод о том, что в 2022 г. по сравнению с 2019 г. увеличились только расходы, связанные с производством и реализацией продукции, их рост произошел на 42,43 %, при снижении прочих доходов и расходов на 3,69 %. Общее увеличение расходов составило 136,75 % или на 661359 тыс. руб. Наибольшую долю в структуре расходов занимают расходы, связанные с производством и реализацией 91,33 % в 2022 г. За анализируемый период пропорции между двумя показателями незначительно изменились.

Далее приведем соотношения доходов и расходов в разрезе деятельности предприятия в таблице 3.

**Таблица 3 – Анализ соотношения доходов и расходов**

Наименование показателя	Абсолютное значение, тыс. руб.		Темп роста, %
	2019 г.	2022 г.	
Доходы	2 118 638	2 582 967	121,92
от основной деятельности	1 922 587	2 416 141	125,67
от прочей деятельности	196 051	166 826	85,09
Расходы	1 799 493	2 460 852	136,75
по основной деятельности	1 577 933	2 247 462	142,43
по прочей деятельности	221 560	213 390	96,31

Приведенный в таблице анализ соотношения доходов и расходов позволяет сделать вывод о том, что за анализируемый период доходы предприятия превышали его расходы, что положительно сказывается на финансовом результате предприятия, однако доходы и расходы от прочих видов деятельности влияют на снижение совокупного финансового результата.

Следующий этап исследования показателей СПК «Колхоз имени Горина» заключается в проведении анализа динамики состава различных показателей прибыли и рентабельности на основании отчета о финансовых результатах. Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что все показатели прибыли имеют тенденцию к снижению. Прибыль от продаж снизилась вдвое (на 175 975 тыс. руб.), убыток от прочих видов деятельности увеличился в 1,8 раза или на 175975 тыс. руб. В итоге чистая прибыль еще большими темпами сокращается на 65,3 % (на 201822 тыс. руб.). В силу этого и по показателям рентабельности наблюдается снижение. Так, рентабельность продаж снизилась на 10,95 %, составив в 2022 году 6,98 %, что объясняется недополучением прибыли от продаж. Рентабельность продукции уменьшилась еще большими темпами на 14,33 %, это свидетельствует о снижении эффективности деятельности предприятия. В отчетном году данный показатель достиг 7,51 % против 21,84 % базисного года.

В 2022 году снизилась рентабельность перманентного капитала на 4,29 %, это свидетельствует о снижении эффективности использования привлекаемого капитала на долгосрочной основе. Рентабельность активов и собственного капитала уменьшилась соответственно на 4,06 % и 4,47 %, что также подтверждает снижение отдачи вложенных средств в активы СПК.

**Таблица 4 – Динамика показателей прибыли и рентабельности**

Наименование показателя	Значение, тыс. руб.		Абсолютное изменение, тыс. руб.	Темп прироста, %
	2019 г.	2022 г.		
<i>Исходные данные</i>				
Валовая прибыль	352 260	269 976	-82 284	76,64
Прибыль от реализации (операционная)	344 654	168 679	-175 975	48,94
Убыток от прочих видов (инвестиционной и финансовой) деятельности	-25509	-46564	-21 055	182,54
Чистая прибыль	309 221	107 399	-201 822	34,73
<i>Расчетные данные</i>				
Рентабельность продаж (норма прибыли)	17,93	6,98	-10,95	
Рентабельность продукции	21,84	7,51	-14,33	
Рентабельность постоянного (используемого) капитала	6,09	1,80	-4,29	
Рентабельность активов	5,74	1,68	-4,06	
Рентабельность собственного капитала	6,32	1,85	-4,47	

Далее проведем анализ показателей EBIT, EBITDA, OIBDA и их производных, используемые в анализе финансовых результатов в таблицах 5-6.

**Таблица 5 – Методика расчета показателей в анализе финансовых результатов**

Показатель	Формула расчета	Расшифровка обозначений
EBIT	$EBIT = ЧП + Н + \%y$	ЧП – чистая прибыль; Н – налоги, уплачиваемые за счет прибыли; %y – проценты к уплате
EBITDA	$EBITDA = EBIT + A$	A – суммы амортизации внеоборотных активов
OIBDA	$OIBDA = EBITDA - \%y$	-
Рентабельность EBITDA, %	$REBITDA = EBITDA / В \times 100 \%$	В – выручка от продаж
Рентабельность EBIT, %	$REBIT = EBIT / В \times 100 \%$	-
Рентабельность OIBDA, %	$ROIBDA = OIBDA / В \times 100 \%$	-

Показатель EBIT рассчитывают с целью определения максимально возможной суммы, которую можно направить на покрытие налога на прибыль и обслуживание заёмных средств. Понимание этого предела позволяет не ухудшить финансовое состояние при привлечении долгосрочного кредита. По EBITDA производят расчет для понимания какой суммой может располагать предприятие, чтобы направить ее на цели краткосрочного характера, т.к. амортизация — это расход, который иногда можно перенести [9].

Как видим, рассмотренные показатели характеризуют эффективность работы предприятий, не учитывая влияния системы налогообложения и размера долговых обязательств. Поэтому с их помощью можно анализировать различные предприятия с одинаковым размером выручки, работающими в одной отрасли, то есть особую важность данные показатели имеют в маркетинговом анализе при оценке конкурентной позиции фирмы [8].

Аналитичность информации о компонентах финансовых результатов в отчетности помогает пользователям информации оценить действенное положение дел, эффективность финансово-хозяйственной деятельности, а также провести сравнительный анализ с предприятиями-конкурентами, кроме того, в ходе проведения такого анализа будет подготовлена информация для осуществления прогнозов при планировании прибыли [7].

**Таблица 6 – Анализ финансовых результатов СПК «Колхоз имени Горина», тыс. руб.**

Показатель	2019 г.	2022 г.	Отклонение 2022 г. от 2019 г.	
			Абс.	%
1. Выручка	1 922 587	2 416 141	493 554	125,67
2. Расходы по обычным видам деятельности, всего:	1 577 933	2 247 462	669 529	142,43
в том числе амортизация по основным средствам	181 428	198 246	16 818	109,27
3. Прибыль от продаж	344 654	168 679	-175 975	48,94
4. Проценты к уплате	8 827	8 162	-665	92,47
5. Прочие доходы	164 868	104 210	-60 658	63,21
6. Прочие расходы	212 733	205 228	-7 505	96,47
7. Прибыль до налогообложения	319 145	122 115	-197 030	38,26
8. Налог на прибыль	9 924	14 716	4 792	148,29
9. Чистая прибыль	309 221	107 399	-201 822	34,73
10. EBIT	337 896	144 993	-192 903	42,91
11. EBITDA	509 400	328 523	-180 877	64,49
12. OIBDA	500 573	320 361	-180 212	64,00



По данным таблицы можно отметить, что наблюдается небольшое снижение практически всех показателей рентабельности к концу 2022 г. по сравнению с 2019 г., что является неблагоприятной тенденцией для СПК «Колхоз имени Горина», но достаточно высокие значения показателей говорят об эффективной деятельности предприятия за исследуемый период.

Также к неблагоприятным моментам следует отнести снижение показателя ROIBDA, это объясняется тем, что показатель прибыли OIBDA зависит от влияния изменения сумм начисленной амортизации, процентов по кредитам и уплаченных за счет прибыли налогов (таблица 7).

**Таблица 7 – Анализ показателей рентабельности СПК «Колхоз имени Горина», %**

Показатель рентабельности	2019 г.	2022 г.	Абсолютное изменение 2022 г. к 2019 г.
REBIT	26,50	13,60	-12,90
REBITDA	17,58	6,00	-11,57
ROIBDA	26,04	13,26	-12,78

Из таблицы видно, что все виды рентабельности снизились. По EBIT данный показатель составил в отчетном году 13,26 % против 26,50 % базисного года, отклонение составило 12,9 п.п. REBITDA снизилась на 11,57 п.п., составив всего 6 % в 2022 г. И по рентабельности OIBDA наблюдается аналогичная тенденция, уменьшение данного показателя составило 12,78 %. Все это свидетельствует о проблемах бизнеса с генерацией прибыли и наличие операционных расходов. В целях повышения рентабельности СПК «Колхоз имени Горина» необходимо снизить операционные и процентные расходы при сохранении той же выручки или увеличить саму выручку. Рассмотренные показатели являются полезными, поскольку они могут помочь инвесторам понять, насколько хорошо организация генерирует доход от своей основной деятельности.

Таким образом, предложенный расширенный аналитический комплекс оценки финансовых результатов в СПК «Колхоз имени Горина» позволит раскрыть причины снижения финансовых результатов, повысить качество принимаемых управленческих решений по максимизации прибыли, поиску дополнительных резервов ее увеличения в целях повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности организации.

#### Библиография

1. Базовкина Е.А., Божченко Ж.А. Анализ финансового результата деятельности предприятия // Вектор экономики. – 2019. – № 8 (38). – С. 58.
2. Голованева Е.А. Влияние финансирования на прибыльность отрасли растениеводства сельхозорганизаций Белгородской области // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 10 (57). – С. 30–32.
3. Голованева Е.А. Современный подход к проведению инвентаризации активов // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. Материалы XXIII международной научно-производственной конференции. – 2019. – С. 185–186.
4. Голованева Е.А., Божченко В.Ю., Божченко Ж.А. Доходность сельскохозяйственной организации как основной элемент оценки эффективности деятельности // Устойчивое и инновационное развитие в цифровую эпоху. Материалы III Международной научно-практической конференции. – 2021. – С. 275–282.
5. Голованева Е.А., Божченко В.Ю., Мовчан В.В. Отчет о финансовых результатах как источник информации для оценки доходности экономического субъекта // Современные проблемы экономики АПК и их решение. Материалы IV Национальной конференции. – Белгород. – 2021. – С. 152–156.
6. Голованева Е.А., Божченко Ж.А. Влияние пандемии covid-19 на деловую активность субъектов малого предпринимательства // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 3 (31). – С. 134–139.
7. Голованева Е.А., Божченко Ж.А. Оценка финансовых результатов как элемент системы управления финансами сельхозорганизаций // Современные проблемы экономики АПК и их решение. Материалы III Национальной конференции. – 2020. – С. 181–186.
8. Лицукова Т.В., Голованева Е.А. Информационно-аналитическое значение отчета о финансовых результатах // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной научной конференции. – 2023. – С. 70–71.
9. Наседкина Т.И., Черных А.И., Демешева И.А. Бухгалтерская отчетность как основа анализа финансовой устойчивости предприятия // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 1 (33). – С. 39–50.

#### References

1. Basovkina E.A., Bozhchenko Zh.A. Analysis of the financial result of the company's activity // Vector of Economics. – 2019. – № 8 (38). – P. 58.
2. Golovaneva E.A. The impact of financing on the profitability of the crop industry of agricultural organizations of the Belgorod region // Competitiveness in the global world: economics, science, technology. – 2017. – № 10 (57). – Pp. 30–32.
3. Golovaneva E.A. Modern approach to the inventory of assets // Innovative solutions in agricultural science – a look into the future. Materials of the XXIII International Scientific and industrial Conference. – 2019. – Pp. 185–186.
4. Golovaneva E.A., Bozhchenko V.Yu., Bozhchenko Zh.A. Profitability of agricultural organization as the main element of performance assessment // Sustainable and innovative development in the digital age. Materials of the III International Scientific and Practical Conference. – 2021. – Pp. 275–282.
5. Golovaneva E.A., Bozhchenko V.Yu., Movchan V.V. Report on financial results as a source of information for assessing the profitability of an economic entity // Modern problems of the economy of the agro-industrial complex and their solution. Materials of the IV National Conference. – Belgorod. – 2021. – Pp. 152–156.
6. Golovaneva E.A., Bozhchenko J.A. The impact of the covid-19 pandemic on the business activity of small businesses // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2021. – № 3 (31). – Pp. 134–139.

7. Golovaneva E.A., Bozhchenko J.A. Assessment of financial results as an element of the financial management system of agricultural organizations // Modern problems of the agro-industrial complex economy and their solution. Materials of the III National Conference. – 2020. – Pp. 181–186.

8. Litsukova T.V., Golovaneva E.A. Informational and analytical significance of the financial results report // Gorin readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex. Materials of the International Scientific Conference. – 2023. – Pp. 70–71.

9. Nasedkina T.I., Chernykh A.I., Demesheva I.A. Accounting statements as a basis for analyzing the financial stability of an enterprise // Innovations in agriculture: problems and prospects. – 2022. – № 1 (33). – Pp. 39–50.

#### **Сведения об авторах**

Ульянова 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: bja19810104@yandex.ru.

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.

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**

Ulyanova Janna Aleksandrovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», 1 Vavilova str., Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-22-04, e-mail: bja19810104@yandex.ru.

Golovaneva Elena Aleksandrovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-22-04, e-mail: GEA010481@yandex.ru.

Bazovkina Elena Aleksandrovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-22-04, e-mail: kostrub-e@mail.ru.

## Руководство для авторов

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3-1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть 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, формат – книжный. Разделять текст на колонки не следует. Если статья была или будет опубликована 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. Исключение 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 установленному порядку рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

#### **Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:**

**Пастухов** Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,  
**Колесников** Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru  
тел. +7 908 783-88-92.

#### **Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:**

**Азаров** Владимир Борисович, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,  
**Муравьев** Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: Aleksandr16\_1988@mail.ru  
тел. +7 951 142-75-77.

#### **Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:**

**Наседкина** Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,  
**Демешева** Ирина Алексеевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: demesheva\_ia@bsaa.edu.ru  
тел. +7 920 208-73-49.

**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 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.

**Keywords:** keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной статьи.....  
(текст).....  
(текст).....  
(текст).....

**Таблица 1 – Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га ( 2016-2017 г.г.)**


**Библиография**

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

**References**

и на английском языках.

**Сведения об авторах**

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент , заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26

Кулишова Ирина Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

**Information about authors**

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

## Guidelines for authors

Results of open scientific researches in the field of agricultural science and equipment, materials about results of innovative development and projects of the enterprises and firms of various forms of ownership, inventions, materials of conferences, exhibitions and competitions are published in the Journal.

The contents of articles are reviewed (according to Journal's content) for topic relevance, clearness and statement logicity, the scientific and practical importance of the considered problem and novelty of the proposed author's solutions.

The total amount of the publication is decided by the amount of typographical units with interspaces. The recommended range of values makes from 12 thousand to 40 thousand typographical units with interspaces (0,3-1,0 printed pages). Materials which volume exceeds 40 thousand typographical units may be also accepted to the publication after preliminary agreement with editorial body. In case of impossibility of such materials replacement within one article, they may be published (with the author consent) in parts, in each subsequent (next) issue of the Journal.

Articles must be issued on sheets A4, printed type must be Times New Roman, size must be 9 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 0,7 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 formular Microsoft Equation or Microsoft MathType editor. The formulas, which are written in other editors and in the form of drawings, are not accepted. All designations of sizes in formulas and tables must be explained in the text.

In case of citing or using any provisions from other works one should give references to the author and a source from which material in the form of the sending concluded in square brackets [1]. All references must be listed by the author in the general list (bibliography) issued in the form of endnote bibliographic references in the end of article where the full list of the used sources is provided. Do not use intra text and interlinear bibliographic references in articles.

### Order of materials representation

Authors provide the following materials in edition (responsible secretaries of the appropriate thematic sections):

- article in printed form, without hand-written inserts, on one party of a standard sheet, signed on the last sheet by all authors,
- article in electronic form, each article has to be in the different file, the surname of the original author titles the file,
- data about authors (in a printing and electronic versions) – the questionnaire of the author,

- the review of article signed (doctor of science) and certified by the press
- graduate students provide the reference confirming a study place.

On condition of implementation of formal requirements to materials for the publication the article manuscript provided by the author is reviewed according to an established order of reviewing of the manuscripts, which are coming to editorial office of the Journal. The decision on expediency of the publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy chief editors), and if it is necessary by an editorial board in general. The editorial board sent to the author of the unaccepted manuscript a motivated refusal.

The payment for the manuscripts publication is not charged from graduate students.

E-mail addresses of responsible secretaries of thematic sections are given below:

Thematic section “**Agricultural Engineering and Energy Efficiency**”:

**Pastukhov** Alexander Gennadievich, Dr. of Tech. Sci., Professor – the editor-in-chief,

**Kolesnikov** Alexander Stanislavovich, Cand. Tech. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru

Tel. +7 908 783-88-92.

Thematic section “**Innovative Technologies in Agronomy**”:

**Azarov** Vladimir Borisovich., Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,

**Muravyov** Alexander Alexandrovich, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: Aleksandr16\_1988@mail.ru

Tel. +7 952 142-75-77.

Thematic section “**Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village**”:

**Nasedkina** Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,

**Demesheva** Irina Alekseevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: demesheva\_ia@bsaa.edu.ru

Tel. +7 920 208-73-49.

**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 zemnykh 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](mailto: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.