



Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№1 (45) 2025

**Инновации в АПК:
проблемы и перспективы**

Теоретический и научно-
практический журнал

**Выпуск 1 (45)
2025 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: <https://belgau.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», 2025

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Члены редакционной коллегии:

Азаров В.Б., д. с.-х. н., профессор;	Меделяева З.П., д. э. н., профессор;
Антрианов Е.А., д. с.-х. н., профессор;	Муравьёв А.А., к. с.-х. н., доцент;
Аничин В.Л., д. э. н., профессор;	Мязин Н.Г., д. с.-х. н., профессор;
Афоничев Д.Н., д. тех. н., профессор;	Наседкина Т.И., д. э. н., профессор;
Бабинцев В.П., д. фил. н., профессор;	Наумкин В.Н., д. с.-х. н., профессор;
Гончаренко О.В., к. э. н., доцент;	Пастухов А.Г., д. тех. н., профессор;
Груздова Л.Н., к. э. н., доцент;	Поливаев О.И., д. тех. н., профессор;
Демидова А.Г., к. с.-х. н., доцент;	Растопчина Ю.Л., к. э. н., доцент;
Запорожцева Л.А., д. э. н., профессор;	Саенко Ю.В., д. тех. н., доцент;
Колесников А.С., к. тех. н., доцент;	Сидоренко О.В., д. э. н., доцент;
Коломийченко А.В., д. тех. н., профессор;	Скрятин Н.Ф., д. тех. н., профессор;
Котлярова Е.Г., д. с.-х. н., профессор;	Смуров С.И., к. с.-х. н.;
Коцарева Н.В., д. с.-х. н., доцент;	Столяров О.В., д. с.-х. н., профессор;
Лебедев А.Т., д. тех. н., профессор;	Ступаков А.Г., д. с.-х. н., профессор;
Ломазов В.А., д. физ.-мат. н., профессор;	Токарёв Е.В., д.э.н., профессор

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

Члены научно-редакционного совета:

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

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного
комплекса (технические науки)

4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение аг-
ропромышленного 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 04.04.2025 г., дата выхода в свет 16.04.2025 г.

Усл. п.л. 13,75. Тираж 1000 экз. Заказ № 2078. Свободная цена.

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

Тел. +7 910 360-14-99

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

Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice journal

Release 1 (45)
2025

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: <https://belgau.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», 2025

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;
Goncharenko O.V., Cand. Econ. Sci., as. prof;	Pastukhov A.G., Dr. Tech. Sci., professor;
Gruzdova L.N., Cand. Econ. Sci., as. prof;	Polivaev O.I., Dr. Tech. Sci., professor;
Demidova A.G., Cand. Agr. Sci., as. prof;	Rastopchina Y.L., Cand. Econ. Sci., as. prof;
Zaporozhtseva L.A., Dr. Econ. Sci., professor;	Saenko Yu.V., Dr. Tech. Sci., professor;
Kolesnikov A.S., Cand. Tech. Sci., as. prof;	Sidorenko O.V., Dr. Econ. Sci., as. prof;
Kolomeichenko A.V., Dr. Tech. Sci., professor;	Skuriatin N.F., Dr. Tech. Sci., professor;
Kotliarova E.G., Dr. Agr. Sci., professor;	Smurov S.I., Cand. Agr. Sci., as. prof;
Kotsareva N.V., Dr. Agr. Sci., as. prof;	Stolyarov O.V., Dr. Agr. Sci., professor;
Lebedev A.T., Dr. Tech. Sci., professor;	Stupakov A.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Lomazov V.A., Dr. Phys.-math. Sci., prof;	Tokar E.V., Dr. Econ. Sci., professor

EDITORIAL BOARD

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

Vice-Chairman – Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., as. professor (Russia)

Members of Editorial Board:

Bondarenko L.V., Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);
Werenowska A., PhD in economics (Poland);
Erokhin M.N., Dr. Tech. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);
Kolesnikov A.V., Dr. Econ. Sci., associate professor, 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 science 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, agrosoil 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 04.04.2025, date of publication 16.04.2025.

Conventional printed sheet 13,75. Circulation 1000 copies.

Order № 2078. Free price.

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.Ф. Вольвак, О.В. Калугин</i> РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ 3D-МОДЕЛИ КОНТЕЙНЕРНОЙ СУШИЛКИ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ.....	5
<i>С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев, И.А. Кошарев</i> ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННОГО ДОЗАТОРА МАЛОГАБАРИТНОГО КОМБИКОРМОВОГО АГРЕГАТА.....	14
<i>А.С. Горлов, Г.Н. Аверьянов, Н.П. Переверзев, К.А. Горлов</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СУШИЛКАХ С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	25
<i>Э.В. Жалнин, А.Г. Пастухов</i> АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В АГРОИНЖЕНЕРИИ.....	31
<i>А.В. Коломейченко, М.В. Котезов, Г.Н. Бабошкин, И.В. Грибов, А.А. Коломейченко</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА В САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ.....	40
<i>Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, С.А. Зайцев</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ И МИКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ПРИ КАРБОВИБРОДУГОВОМ УПРОЧНЕНИИ.....	47
<i>В.Ф. Ужик, П.Ю. Кокарев</i> МАШИННОЕ ДОЕНИЕ КОРОВ РОЛИКОВЫМ ДЕФОРМАТОРОМ.....	53

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>М.А. Куликова, В.И. Желтухина</i> ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	59
<i>А.А. Муравьев, Т.С. Морозова</i> ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ.....	65
<i>В.А. Сергеева, Е.Ю. Колесниченко</i> ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ НУТА ПОСЕВНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК.....	71

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<i>В.В. Акиндинов, В.Б. Попова, А.С. Лосева, К.В. Акиндинов</i> ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	78
<i>В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.П. Епифанцев</i> ПРИВЕДЕНИЕ СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ К СОПОСТАВИМОМУ ПО ВРЕМЕНИ ВИДУ СПОСОБОМ НАРАЩЕНИЯ.....	84
<i>О.В. Гончаренко, Т.И. Наседкина, А.И. Черных</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ.....	91
<i>Н.В. Карамнова, В.М. Белоусов, А.С. Летуновский</i> ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ПОТЕНЦИАЛА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	103
<i>Т.И. Наседкина, В.А. Полухин</i> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИМУЩЕСТВА В АПК ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА.....	108
<i>Л.А. Решетняк, Т.Ю. Корытько, Н.Н. Шульга</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ ОРГАНИЗАЦИИ.....	112
Руководство для авторов.....	122

CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

D.N. Bakharev, A.G. Pastukhov, S.F. Volvak, O.V. Kalugin RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL 3D-MODEL CONTAINER DRYER OF CORN COBS...	5
S.F. Volvak, A.G. Pastukhov, D.N. Bakharev, I.A. Koshchaev SUBSTANTIATION OF THE DESIGN OF THE DRUM DISPENSER OF A SMALL-SIZED FEED UNIT.....	14
A.S. Gorlov, G.N. Averyanov, N.P. Pereverzev, K.A. Gorlov MODELING OF COOLANT FLOW PROCESSES IN DRYERS WITH A FIXED LAYER OF DISPERSED MATERIALS.....	25
E.V. Zhalnin, A.G. Pastukhov ANALYSIS OF THE MODERN SYSTEM OF TRAINING OF HIGHLY QUALIFIED SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL PERSONNEL IN RUSSIA.....	31
A.V. Kolomeichenko, M.V. Kotegov, G.N. Baboshkin, I.V. Gribov, A.A. Kolomeichenko PROVIDING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY IN SELF-PROPELLED AGRICULTURAL MACHINERY.....	40
N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, S.A. Zaitsev INVESTIGATION OF MICROHARDNESS AND MICROSTRUCTURE OF METAL-CERAMIC COATINGS FORMED AT CARBO-VIBRO-ARC HARDENING.....	47
V.F. Uzhik, P.Yu. Kokarev MILKING OF COWS IN THE SQUEEZING-OUT WAY.....	53

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

M.A. Kulikova, V.I. Zheltukhina INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZER AND FOLIAR FEEDING ON THE FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN.....	59
A.A. Muravyov, T.S. Morozova INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZER AND FOLIAR FEEDING ON THE YIELD OF VEGETABLE BEANS..	65
V.A. Sergeeva, E.Yu. Kolesnichenko FORMATION OF CHICKPEA YIELD DEPENDING ON NITROGEN FERTILIZER AND FOLIAR FEEDING.....	71

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

V.V. Akindinov, V.B. Popova, A.S. Loseva, K.V. Akindinov SIMULATION MODELS IN AGRICULTURAL PRODUCTION: FINANCIAL RESULTS ANALYSIS.....	78
V.L. Anichin, A.I. Dobrunova, N.P. Epifantsev BRINGING VALUE INDICATORS TO A COMPARABLE FORM IN TIME BY A METHOD OF COMPOUNDING.....	84
O.V. Goncharenko, T.I. Nasedkina, A.I. Chernykh IMPROVING THE MANAGEMENT SYSTEM FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF BUSINESS ENTITIES.....	91
N.V. Karamnova, V.M. Belousov, A.S. Letunovsky ASSESSMENT OF INNOVATION INFRASTRUCTURE AND POTENTIAL OF TAMBOV REGION.....	103
T.I. Nasedkina, V.A. Polukhin IMPROVING THE EFFICIENCY OF STATE PROPERTY USAGE IN AGRICULTURE OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION.....	108
L.A. Reshetnyak, T.Yu. Korytko, N.N. Shulga MODELING THE PROCESS OF CURRENT ASSETS MANAGEMENT OF THE ORGANIZATION.....	112
Guidelines for authors.....	122

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 624.91.024.26

Д.Н. Бахарева, А.Г. Пастухов, С.Ф. Вольвак, О.В. Калугин

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ 3D-МОДЕЛИ КОНТЕЙНЕРНОЙ СУШИЛКИ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ

Аннотация. Проведен анализ конструкций серийно выпускаемых сушилок початков кукурузы. Исследована и проанализирована патентная информация по конструктивно-технологическим особенностям сушилок початков кукурузы. Выявлены перспективные технические особенности, позволяющие разработать и создать концептуальную 3D-модель контейнерной сушилки початков семенной кукурузы. К ним относится централизованная, автоматизированная или роботизированная система управления процессом сушки, применение технических средств рациональной интенсификации процесса сушки, применение теплогенераторов, способных работать на различных видах топлива, мобильность сушилки, возможность щадящей загрузки/разгрузки початков, дифференцированный подвод тепла к початкам, равномерное распределение тепловой энергии по всей высоте высушиваемого слоя, возможность сушить початки в таре малого объема, например, в контейнерах. В виде логических моделей сформулированы критерии эффективности работы контейнерной сушилки, к которым относятся экономическая эффективность процесса сушки и комплексный показатель качества работы сушилки. Проведенный анализ позволил разработать концептуальную 3D-модель контейнерной сушилки початков семенной кукурузы. Расчетным путем установлено, что в результате применения 8 саморазгружающихся контейнеров объемом 1,3 м³ сушилка загружается массой початков, не превышающей 4,0 тонны. Это позволяет, используя принцип унификации технических средств, применить в конструкции сушилки ходовую часть от прицепа 2ПТС-6, установив на нее все необходимое для сушки оборудование, включая теплогенератор, способный работать на отходах производства, например, на обмолоченных стержнях початков кукурузы. Работа теплогенератора на отходах производства снижает стоимость используемой тепловой энергии. Определены перспективы дальнейшего исследования эффективности работы контейнерной сушилки предложенной конструкции.

Ключевые слова: початки семенной кукурузы, контейнерная сушилка, концептуальная 3D-модель, принцип действия, конструктивные параметры.

RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL 3D-MODEL CONTAINER DRYER OF CORN COBS

Abstract. An analysis of the designs of mass-produced corn cob dryers has been carried out. Patent information on the design and technological features of corn cob dryers has been investigated and analyzed. Promising technical features have been identified that make it possible to develop and create a conceptual 3D-model of a container corn cob dryer. These include: a centralized, automated or robotic control system for the drying process, the use of technically efficient means of intensifying the drying process, the use of heat generators capable of operating on various types of fuels, the mobility of the dryer, the possibility of gentle cycle loading/unloading of cobs, differentiated heat supply to the cobs, uniform distribution of heat energy over the entire height of the dried layer, the ability to dry the cobs in small containers, for example, in containers. The criteria for the efficiency of a container dryer are formulated in the form of logical models, which include the economic efficiency of the drying process and a comprehensive indicator of the quality of the dryer. The analysis made it possible to develop a conceptual 3D-model of a container corn cob dryer. It was calculated that as a result of the use of 8 self-unloading containers with a volume of 1.3 m³, the dryer is loaded with a mass of cobs not exceeding 4.0 tons. This makes it possible, using the principle of unification of technical means, to use the chassis from the 2PTS-6 trailer in the dryer design, installing on it all the necessary equipment for drying, including a heat generator capable of working on industrial waste, for example, on threshed corn cob rods. The operation of a heat generator on industrial waste reduces the cost of thermal energy used. The prospects for further investigation of the efficiency of the container dryer of the proposed design are determined.

Keywords: corn cobs, container dryer, conceptual 3D-model, operating principle, design parameters.

Введение. В 2024 году среди всех зерновых культур кукуруза по объему производства продолжает занимать третье место и в удельном весе производства зерна составляет почти 15 % [1]. Кукуруза – важная для России зерновая культура, поскольку ее потенциал урожайности очень высокий. Увеличение объемов производства зерна кукурузы является перспективной задачей, которая вполне по силам отечественным сельхозпроизводителям. Стоит отметить, что увеличение объемов зерновых – это важнейшая задача, установленная доктриной продовольственной безопасности России, согласно которой уровень самообеспечения зерном должен быть не менее 95 % [2].

Потенциал урожайности кукурузы в значительной степени зависит от качества посевного материала, агротехники возделывания, плодородия почвы и природно-климатических условий выращивания. Среди вышеперечисленных факторов наиболее важную роль играет качество посевного материала.

Конечно, производство высокопродуктивных семян отечественных районированных гибридов кукурузы – это основная задача сферы селекции и семеноводства. Однако мало создать качественный гибрид и вырастить его в оптимальных условиях, необходимо также убрать семенной материал без макро- и микроповреждений и собрать зерно в процессе обработки початков на кукурузокалибровочном заводе. Решение этой задачи лежит в области сферы деятельности отечественных сельскохозяйственных инженеров.

Среди множества технологических операций, осуществляемых на кукурузокалибровочном заводе, важное место занимает сушка початков. Это поясняется следующим. Во-первых, в процессе сушки необходимо исключить растрескивание оболочки и эндосперма зерна. Во-вторых, важно не допустить денатурацию белков зародыша. В-третьих, нельзя перегревом снижать качество жиров зародыша, поскольку они наряду с белками определяют жизнеспособность семян, их энергию прорастания и всхожесть в агрессивных условиях почвы [3]. Следовательно, качественно проведенная сушка зерна кукурузы позволяет сохранить его естественный потенциал урожайности.

Дополнительно следует отметить, что внутренние ткани зёрен, у которых присутствуют трещины в оболочке, активно повреждаются плесенью хранения *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* и полевыми плесенью *Alternaria*, *Fusarium* и др. [3]. Такое зерно не сможет сформировать полноценное растение, способное дать высокий урожай кукурузы. Вышеперечисленные ограничения требуют дальнейшего развития оборудования для сушки початков семенной кукурузы и как следствие расширения области научных знаний о сушке кукурузы в целом.

В современных условиях початки кукурузы сушат в высокопроизводительных сушильных комплексах, где по причине большого объема сушильных камер и значительной толщины слоя высушиваемых початков сложно обеспечить оптимальные условия сушки, поэтому до 18 % семян здесь растрескиваются от перегрева [3]. Очевидно, что оптимальные условия сушки можно обеспечить при условии работы с малыми объемами початков. Это возможно при использовании специальной тары, например, вентилируемых контейнеров.

Целесообразность применения специальных контейнеров в селекции и семеноводстве в настоящее время достаточно качественно обоснована. Наиболее активно развивается область научных знаний о контейнерной технологии транспортировки и сушки семенного материала различных зерновых культур [4-8].

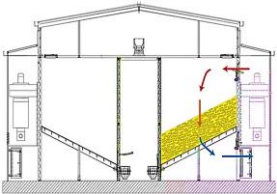
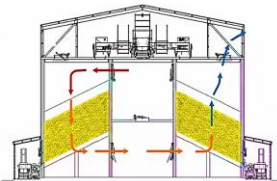
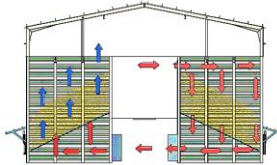
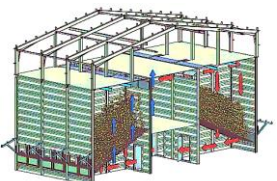
В связи с вышеизложенным поставлена **цель исследования** – обосновать и разработать концептуальную 3D-модель контейнерной сушилки початков семенной кукурузы.

Объект и методы исследований. Объектом исследования является технологический процесс сушки початков семенной кукурузы в контейнерах и конструктивно-технологические параметры контейнерной сушилки. Исследование проводилось методами системного анализа технических систем и обоснования инженерных решений, а также методами обоснования технического задания на проектирование сельскохозяйственной техники и 3D-моделирования технических систем.

Результаты исследований. С целью сформировать опорную базу данных о конструктивно-технологических параметрах сушильного оборудования для початков семенной кукурузы был проведен анализ конструкций серийно выпускаемых сушилок початков кукурузы (таблица 1) и анализ существующей патентной информации по конструктивно-технологическим особенностям сушилок початков кукурузы (таблица 2).

Результаты проведенного анализа позволили выявить в конструкциях достоинства и недостатки и определить конструктивно-технологические особенности сушилок, посредством которых ученые, исследователи, рационализаторы, конструкторы и производственники решали научно-техническую задачу повышения эффективности процесса сушки.

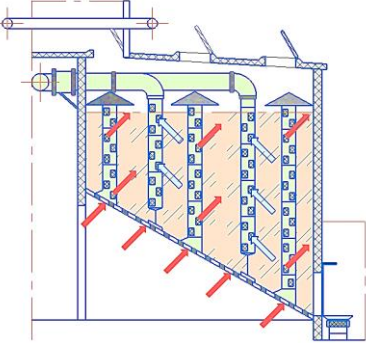
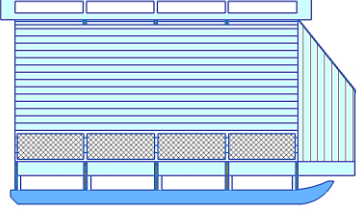
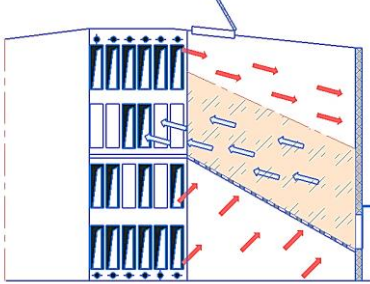
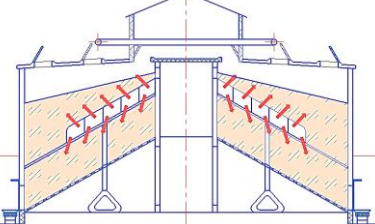
Таблица 1 – Анализ конструкций серийно выпускаемых сушилок початков кукурузы [9-11]

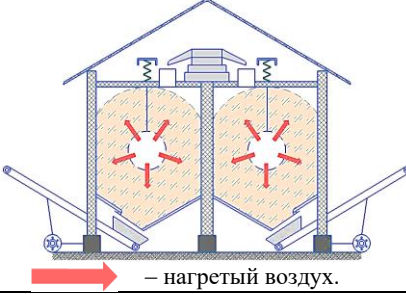
Марка, тип, конструктивная схема	Конструктивные особенности сушилки	Достоинства	Недостатки
Сушильный комплекс DHS PETKUS  DHD PETKUS 	1. Система сушильного помещения одного или двух проходов модульной конструкции. 2. Конструкция из оцинкованного металла. 3. Сушильная камера из перфорированных решетчатых пластин. 4. Укомплектована камерой смешивания нагретого и холодного воздуха, а также регулируемые жалюзи для деления воздуха и системой контроля температуры.	1. Централизованная система управления (Ц)*. 2. Ряд типоразмеров на 12, 18 или 24 сушильных камер. При этом производительность меняется от 20 до 80 тонн в сутки. 3. Дифференцированный подвод тепла к початкам (Д)*. 4. Механизированная загрузка и разгрузка сушильных камер.	1. Большие габариты. 2. Высокая энергоёмкость. 3. Травмирующая зерно система загрузки. 4. Неравномерность сушки початков кукурузы по высоте насыпи. 5. Отсутствует система рекуперации тепла. 6. Конструкция стационарная, требующая капитального здания (высокая материалоемкость). 7. Комплектуется исключительно газовым или дизельным теплогенератором. 8. Нет системы контролируемого охлаждения початков.
Сушильный комплекс CIMBRIA  	1. Два ряда сушильных камер с общим источником нагрева и сушильными вентиляторами. 2. Вентиляторы пропускают нагретый воздух через камеры, с наиболее сухими початками, затем через нижние камеры, а после – через камеры с початками высокой влажности. В конце воздух выбрасывается в атмосферу.	1. Централизованная система управления (Ц)*. 2. Механизированная загрузка и разгрузка сушильных камер. 3. Дифференцированный подвод тепла к початкам (Д)*. 4. Комплектуется теплогенераторами, работающими на жидком, газообразном и твёрдом топливе (Т)*.	1. Большие габариты. 2. Высокая энергоёмкость. 3. Неравномерность сушки початков кукурузы по высоте насыпи. 4. Отсутствует система рекуперации тепла. 5. Конструкция стационарная, требующая капитального здания (высокая материалоемкость). 6. Нет данных о системе загрузки/выгрузки сушильных камер. 7. Нет системы плавного охлаждения початков.

Сушилка MECMAR CD30 	1. Единый кузов объемом 28 м³, изготовленный из стали. 2. Нижняя подача теплоносителя, через перфорированное дно. 3. Укомплектована средствами автоматического контроля за сушкой. 4. В верхней части кузовов постоянно открыт (сообщается с атмосферой).	1. Сушилка передвижная (комплектуется колесами) (П)*. 2. Простота конструкции. 3. Применима на малых семеноводческих предприятиях. 4. Возможность сушить початки в сеточной таре малого объема (ящиках, тележках, перфорированных контейнерах) (К)*. 5. Простота загрузки кузова.	1. Требуется применения навеса, защищающего сушилку от осадков, или применяется в специальном здании. 2. Ограниченный выбор вариантов теплогенерации. 3. Неравномерность сушки початков кукурузы по высоте насыпи, расположенной в кузове. 4. Отсутствует система рекуперации тепла. 5. Нет системы плавного охлаждения початков.
--	---	---	---

* Буквенный код перспективного конструктивного или технологического параметра сушилки

Таблица 2 – Анализ существующей патентной информации по конструктивно-технологическим особенностям сушилок початков кукурузы [12-16]

Схема	Технический результат	Перспективные особенности
 — нагретый воздух; — остывший воздух.	Повышение эффективности загрузки и качества сушки. Результат достигается следующим. 1. Сушильная камера снабжена устройством для уменьшения скорости подачи початков, выполненного в виде ряда полос из эластичного материала, закрепленных на раме, установленной под каждым люком посредством гибких связей. 2. Используются вертикальные перфорированные воздуховоды нагнетающего и высасывающего действия.	1. Загрузка и выгрузка осуществляется без ударов по початкам (устройство для уменьшения скорости початков, выгрузка самотеком) (З)*, (В)*. 2. Равномерное распределение тепловой энергии по всей высоте слоя (Р)*. 3. Интенсификация процесса сушки принудительным выводом отработавшего теплоносителя (И)*.
	Обеспечение мобильности сушилки. Результат достигается следующим. 1. Сушилка выполнена с ходовым устройством в виде полозьев. 2. Применяется переносной теплогенератор.	1. Применяется переносной теплогенератор, способный работать на твердом топливе или отходах производства, например, на обмолоченных стержнях початков кукурузы (Т)*.
 — нагретый воздух; — остывший воздух.	Повышение экономичности, качества сушки и условий эксплуатации. Результат достигается следующим. 1. Используется два ряда сушильных камер. 2. Для поочередного направления теплоносителя в надслоевые или подсеточные пространства сушильных камер предложена система поворотных клапанов с диффузором.	1. Выгрузка осуществляется без ударов по початкам самотеком (В)*. 2. Управление изменением направления теплоносителя осуществляется индивидуальными приводами поворотных клапанов (Ц)*.
 — нагретый воздух.	Повышение качества сушки. Результат достигается следующим. 1. Используются воздухораспределительные коридоры. 2. Реализована система люков для изменения направления продувки слоя кукурузы.	1. Применение в сушильных камерах специальных коллекторов с клапанами, позволяющих интенсифицировать процесс сушки (И)*.

 – нагретый воздух.	Повышение качества сушки. Результат достигается следующим. 1. Используются вентиляционные короба, подвешенные на упругих элементах, позволяющие подавать теплоноситель в центр насыпи в условиях изменения степени заполнения сушиллки початками.	1. Расположение вентиляционных коробов в насыпи меняется автоматически (без применения ручного труда) (А)*.
* Буквенный код перспективного конструктивного или технологического параметра сушиллки		

Анализ информации, приведенной в таблицах 1 и 2, позволил сформулировать две логические модели, формирующие основу для технического задания на разработку эффективной сушиллки початков семенной кукурузы.

Целевая функция логической модели (1) – экономическая эффективность процесса сушки Φ_1 характеризует уровень применения централизованного управления посредством автоматизированной или роботизированной системы контроля за процессом сушки и применения технических средств интенсификации процесса, а также универсальных теплогенераторов и средств обеспечения мобильности сушиллки в виде:

$$\Phi_1 = f((C \vee A) \wedge I \wedge T \wedge P), \quad (1)$$

где Φ_1 – экономическая эффективность процесса сушки; $\vee$ – знак дизъюнкции (логическая операция, по смыслу являющая собой союз «или»); $\wedge$ – знак конъюнкции (логическая операция, по смыслу являющая собой союз «и»); C – централизованная система управления процессом сушки оператором; A – автоматизированная или роботизированная система управления процессом сушки; I – применение технических средств интенсификации процесса сушки; T – применение теплогенераторов, способных работать на всех видах топлива; P – обеспечение мобильности сушиллки.

Экономическая эффективность процесса сушки Φ_1 дает количественную оценку уровня рационального использования трудовых, энергетических и материальных ресурсов предприятия, осуществляющего работы по переработке початков семенной кукурузы в посевные единицы.

Целевая функция логической модели (2) – комплексный показатель качества работы сушиллки Φ_2 показывает уровень эффективности системы загрузки/выгрузки початков в сушиллку, оценивает уровень реализации принципа дифференциации подвода тепла, равномерности распределения тепловой энергии в малом объеме контейнера в виде:

$$\Phi_2 = f(Z \wedge B \wedge D \wedge P \wedge K), \quad (2)$$

где Φ_2 – комплексный показатель качества работы сушиллки; Z – щадящая загрузка початков в сушиллку; B – щадящая выгрузка початков из сушиллки; D – дифференцированный подвод тепла к початкам; P – равномерное распределение тепловой энергии по всей высоте слоя початков; K – возможность сушить початки в таре малого объема, например, в контейнерах.

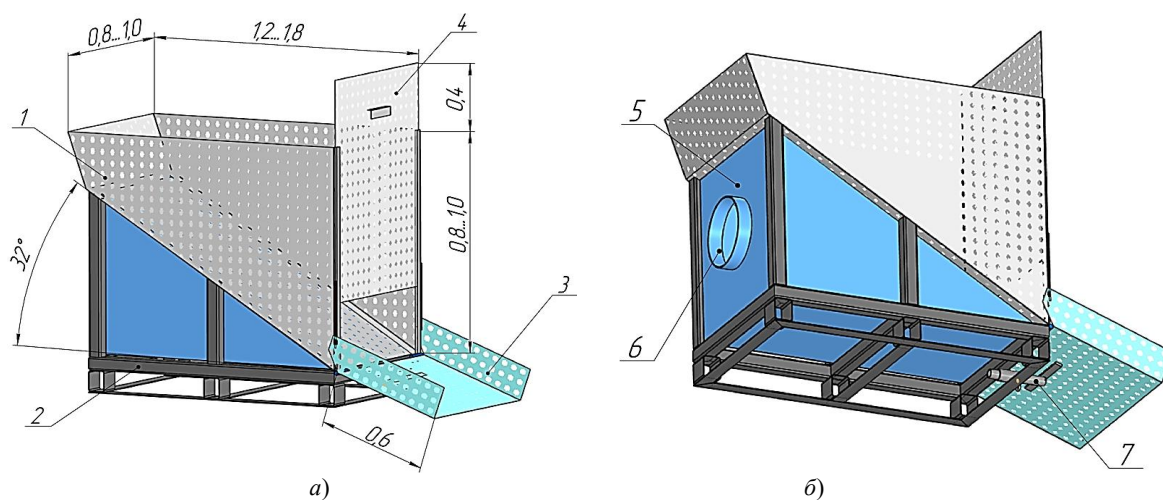
Комплексный показатель качества работы сушиллки Φ_2 дает количественную оценку итоговой влажности зерна, равномерности распределения влажности по высоте слоя высушенных початков, количество зерна с трещинами эндосперма, образовавшимися в результате недопустимо быстрого испарения влаги из внутренних тканей зерна.

В процессе проектирования сушиллки необходимо учесть все перспективные конструктивно-технологические особенности, описанные в логических моделях (1) и (2).

Решение технических задач для сельскохозяйственного производства следует начинать с описания модели рабочего процесса в совокупности с концептуальным моделированием исполнительного механизма или рабочей машины.

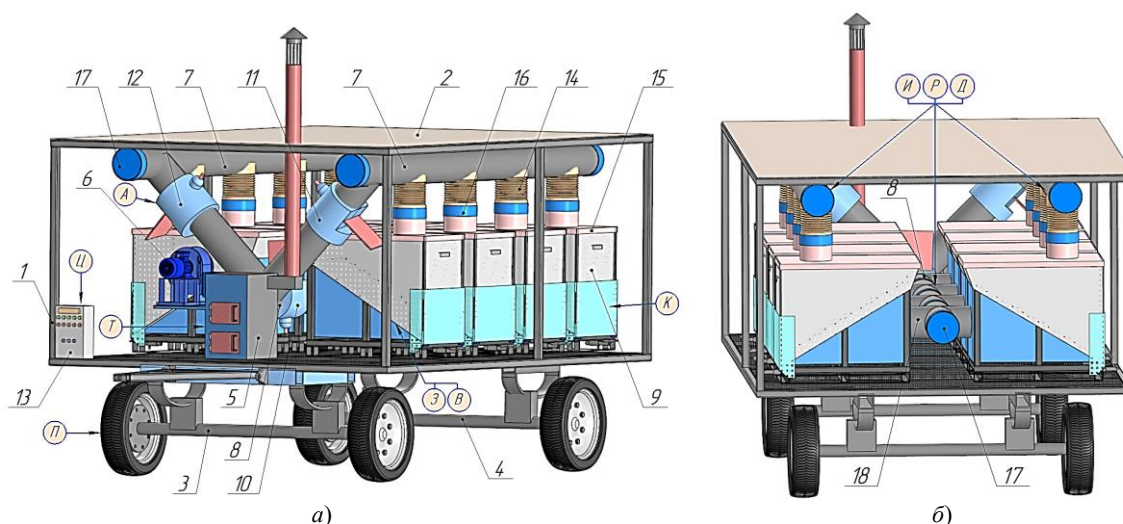
В данном случае речь идет о процессе сушки початков семенной кукурузы в контейнерах. Очевидно, что конструктивные параметры контейнеров будут определять конструкцию сушиллки в целом и ее габаритные размеры. В работе [17] обоснована рациональная конструкция и размерные параметры контейнера для початков семенной кукурузы с рациональным объемом кузова 1,3 м³ (рисунок 1).

Опираясь на конструкцию вышеописанных контейнеров и учитывая составляющие логических моделей (1) и (2), построена концептуальная 3D-модель контейнерной сушиллки початков семенной кукурузы (рисунок 2). С целью соблюдения условий унификации конструкции габаритный размер ходовой части сушиллки принят равным аналогичным размерам прицепа 2ПТС-6.



а – вид сбоку в изометрии; *б* – вид сзади и снизу;
1 – кузов контейнера; 2 – рама; 3 – откидной лоток; 4 – подвижная стенка кузова контейнера;
5 – воздушный канал; 6 – обечайка для соединения с сушилкой;
7 – регулируемый упор для откидного лотка

Рис. 1 – 3D-модель контейнера для початков семенной кукурузы



а – вид спереди в изометрии; *б* – вид сзади;
1 – рама; 2 – крыша; 3 – поворотная колесная пара; 4 – неповоротная колесная пара; 5 – теплогенератор;
6 – вентилятор; 7 – канал подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры сверху; 8 – составной канал для подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры снизу; 9 – саморазгружающийся контейнер;
10, 11, 12 – заслонки каналов с механизмом дистанционного привода; 13 – пульт управления;
14 – гофрированная труба; 15 – снимающаяся крышка контейнера; 16 – хомут-соединитель; 17 – заглушка;
18 – крестовина; Ц, А, З, В, Д, Р, К, И, Т, П – показатели из логических моделей (1) и (2)

Рис. 2 – Концептуальная 3D-модель контейнерной сушилки початков семенной кукурузы

Контейнерная сушилка початков кукурузы работает следующим образом. Сушилку посредством транспортного средства доставляют к месту хранения початков кукурузы, поскольку она смонтирована на раме 1, закрытой сверху крышей 2 и укомплектованной снизу поворотной колесной парой 3 и неповоротной колесной парой 4. Благодаря этому сушилку можно перемещать как прицеп, например, как 2ПТС-6.

Установив сушилку в рабочее положение, запускают в работу теплогенератор 5 и вентилятор 6, согласуют их работу и устанавливают требуемую температуру непосредственно в каналах подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры сверху 7 и в составном канале 8 для подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры 9 снизу. Сушилку можно комплектовать теплогенераторами, работающими на любом виде топлива, например, на твердом топливе или отходах производства (обмолоченных стержнях початков кукурузы). Поэтому, прежде чем запускать сушилку в работу, необходимо организовать эффективную подачу топлива.

Установив требуемую температуру теплоносителя, во всех каналах устанавливают на сушилку заполненные початками саморазгружающиеся контейнеры 9, предварительно выведя из работы заслонками 10, 11 и 12 каналы подачи теплоносителя (работой заслонок и вентилятора управляют с единого пульта управления 13). Посредством гофрированных труб 14 соединяют каналы подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры сверху с вентиляционными окнами в снимающихся крышках 15, установленных сверху на саморазгружающиеся контейнеры 9. Хомутами-соединителями 16 обеспечи-

вают герметичное соединение теплогенератора 5 и вентилятора 6 с каналами подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры сверху 7, крестовинами 18 (рисунок 1,б) составного канала 8 для подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры 9 снизу, вентиляционными окнами в снимающихся крышках 15 саморазгружающихся контейнеров 9. Заглушками 17 закрывают свободные торцы всех каналов подачи теплоносителя. После этого открывают заслонку 10 (рисунок 1,а) составного канала 8 и подают теплоноситель в саморазгружающиеся контейнеры снизу, через их наклонное перфорированное дно. Этим качественно прогревают нижнюю половину слоя початков в саморазгружающихся контейнерах. После прогрева нижней половины слоя початков в саморазгружающихся контейнерах закрывают заслонку 10 составного канала 8 и открывают заслонки 11 и 12 (рисунок 1,а) в каналах подачи теплоносителя в саморазгружающиеся контейнеры сверху 7 и качественно прогревают верхнюю половину слоя початков в саморазгружающихся контейнерах 9.

Для ускоренной сушки початков открывают все заслонки и подают в саморазгружающиеся контейнеры 9 теплоноситель одновременно сверху и снизу слоя початков. Отработавший теплоноситель выходит из саморазгружающихся контейнеров 9 через их перфорированные боковые стенки.

Для формирования полноценного технического задания на проектирование контейнерной сушилки початков семенной кукурузы необходимо оперировать основными конструктивно-технологическими параметрами, а именно, приближенными значениями производительности, температуры сушильного агента и продолжительности сушки.

Для случая, выражаемого концептуальной 3D-моделью сушилки, при использовании до 8 контейнеров вместимостью $1,3 \text{ м}^3$ и средней насыпной плотности початков $0,43 \text{ т/м}^3$, масса единовременно высушиваемых початков M_3 не превышает 4,0 тонны. Расчет выполнен по нижеприведенной формуле:

$$M_3 = \sum_{i=1}^n \chi \cdot V_K \cdot \rho_{\text{п}} \quad (3)$$

где M_3 – масса единовременно высушиваемых початков, кг; n – количество одновременно задействованных контейнеров ($n=2-8$), шт.; χ – коэффициент заполнения контейнера, $\chi=0,9$; V_K – объем кузова контейнера, $V_K=1,3 \text{ м}^3$; $\rho_{\text{п}}$ – насыпная плотность початков, $\rho_{\text{п}}=0,43 \text{ кг/м}^3$ [18].

Загружаемая в сушилку масса початков соответствует требованиям ходовой части от прицепа 2ПТС-6 по грузоподъемности (масса перевозимого груза до 6,0 тонн). Расчет показывает, что совокупная масса применяемых контейнеров, теплогенератора, каналов для теплоносителя и рамы не должна превышать 2,0 тонны.

Початки кукурузы поступают с поля с влажностью 20-38 % [19]. В связи с этим наиболее целесообразно сушку осуществлять по способу реализации двухступенчатого температурного режима [19]. Сушка зерна до влажности 18 % осуществляется при температуре не более 43 °С, затем до влажности зерна 13 % – при температуре не более 50–55 °С. Как отмечается в источнике [19], при таком подходе продолжительность времени сушки сокращается на 28 %, а лабораторная всхожесть семян остается близкой к 100 %.

Стоит учесть, что работа теплогенератора на отходах производства снижает стоимость используемой тепловой энергии и позволяет осуществлять быструю утилизацию данных отходов. Для этих целей целесообразно применить твердотопливные теплогенераторы, способные работать на щепе, опилках, сельскохозяйственных отходах (обмолоченных стержнях початков кукурузы) и т.д. Такие теплогенераторы в широком диапазоне типоразмеров представлены на рынке России. Из данного ряда типоразмеров легко подобрать теплогенератор для разрабатываемой конструкции контейнерной сушилки.

Перспективной стороной контейнерной технологии транспортировки и сушки початков кукурузы является то, что посредством контейнеров можно эффективно загружать молотильно-сепарирующие устройства, подавая початки на обмолот в строго сориентированном положении [20-22]. Это способствует минимизации макро- и микроповреждений зерна при обмолоте. Что в совокупности с исключением растрескивания зерна при сушке позволяет существенно сохранить потенциал урожайности зерна кукурузы.

Выводы. Обобщая вышеприведенные этапы обоснования инженерного решения, можно сделать следующие выводы.

1. На основании анализа конструкций серийно выпускаемых сушилок початков кукурузы, в совокупности с изучением патентной информации по данной тематике, выявлены перспективные технические особенности, способствующие повышению эффективности и качества сушки. К таким особенностям относятся: централизованная, автоматизированная или роботизированная система управления процессом сушки, применение технических средств рациональной интенсификации процесса сушки, применение теплогенераторов, способных работать на различных видах топлива, мобильность сушилки, возможность щадящей загрузки/разгрузки початков, дифференцированный подвод тепла к початкам, равномерное распределение тепловой энергии по всей высоте высушиваемого слоя, возможность сушить початки в таре малого объема, например, в контейнерах.

2. Получены логические модели (1) и (2), разделяющие перечисленные особенности на группу, определяющую уровень экономической эффективности процесса сушки, и группу, определяющую качество высушенного зерна.

3. На основе анализа в совокупности с системными методами обоснования инженерных решений разработана концептуальная 3D-модель контейнерной сушилки початков семенной кукурузы.

4. В процессе инженерно-технического проектирования концептуальной 3D-модели комплектацию сушилки осуществили на базе ходовой части прицепа 2ПТС-6, установили техническую целесообразность применения в сушилке саморазгружающихся вентилируемых контейнеров по патенту RU 223033 U1 и обосновали размерное соответствие теплогенератора, способного работать на отходах производства, например, на обмолоченных стержнях початков кукурузы с габаритами сушилки в целом. Применение теплогенератора, способного работать на отходах производства, перспективно, поскольку снижает стоимость используемой тепловой энергии.

5. На перспективу развитие данного исследования требует конструирования и испытания опытного образца контейнерной сушилки початков кукурузы предложенной конструкции.

Библиография

1. Сельскохозяйственные регионы России: где выращивают зерно [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--80adahnf5bdekrn.xn--p1ai/post/015-proizvodstvo-zerna-v-rossii/> (Дата обращения 17.02.2025).
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77dfdcfed2014f82ecf37f.pdf> (Дата обращения 17.02.2025).

3. Голик С.М. Механизация уборки, обработки и хранения кукурузы. М. : Колос, 1973. 335 с.
4. Чаплыгин М.Е., Степанов К.А. Техничко-экономическая эффективность применения многофункциональных контейнеров в первичном семеноводстве зерновых культур // Инженерные технологии и системы. 2024. Т. 34, № 1. С. 44–71. DOI 10.15507/2658-4123.034.202401.044-071. EDN JYVJZA.
5. Заготовка семян зерновых и зернобобовых культур в селекции и первичном семеноводстве / В. П. Елизаров, А. В. Голубкович, Н. Е. Евтюшенков [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 5. С. 17–21. EDN TCGGND.
6. 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. EDN AIGUFU.
7. Патент № 2764947 С1 Российская Федерация, МПК F26B 9/06. Контейнер для транспортировки, сушки и хранения семян: № 2021120575: заявл. 13.07.2021: опубл. 24.01.2022 / А. Ю. Измайлов, М. Л. Крюков, М. В. Иванов, К. А. Степанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». EDN GCAAYV.
8. Патент на полезную модель № 223033 U1 Российская Федерация, МПК A01F 25/14, B65D 88/56. Саморазгружающийся вентилируемый контейнер для початков семенной кукурузы: № 2023114379: заявл. 31.05.2023: опубл. 29.01.2024 / Д. Н. Бахарев, А. Г. Пастухов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN IQQICI.
9. PETKUS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.petkus.com/ru/produkcija/sushka/sushilnye-kompleksy-dlja-sushki-kukuruzy-v-pochatkakh> (Дата обращения 17.02.2025).
10. CIMBRIA. Double pass reversing ear corn dryer [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cimbria.com/en/products/drying/ear-corn-dryer.html> (Дата обращения 17.02.2025).
11. Новая сушилка для кукурузных початков CD30 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mecmargroup.com/ru/news/novaa_susilka_dla_kukuruznyh_pocatkov_cd30-43 (Дата обращения 17.02.2025).
12. Авторское свидетельство №1613830 А1 СССР, МПК F26B 9/06. Камерная сушилка для кукурузы в початках: № 4412268: заявл. 25.02.1988: опубл. 15.12.1990 / В. П. Путилин, Г. А. Артемов, А. Я. Угрюмов [и др.]; заявитель Краснодарское краевое производственное управление хлебопродуктов, краснодарский филиал центрального конструкторско-технологического бюро всесоюзного научно-производственного объединения «зернопродукт».
13. Авторское свидетельство № 123796 А1 СССР, МПК F26B 3/06. Передвижная сушилка для сушки кукурузы в початках: №569194: заявл. 21.03.1957: опубл. 01.01.1959 / Д. С. Перевознюк.
14. Авторское свидетельство № 1210021 А1 СССР, МПК F26B 9/06. Сушилка для кукурузы в початках: №3796116: заявл. 29.09.1984: опубл. 07.02.1986 / И. В. Гребенюк, И. И. Горчаков, В. И. Атаназевич, С. В. Потемин; заявитель Всесоюзный научно-исследовательский и экспериментально-конструкторский институт продовольственного машиностроения.
15. Авторское свидетельство № 659858 А1 СССР, МПК F26B 9/06. Камерная сушилка для кукурузы в початках: №2548208: заявл. 28.11.1977: опубл. 30.04.1979 / Н. Я. Трегубчик, С. А. Кугай, А. А. Грабовский.
16. Авторское свидетельство № 347537 А1 СССР, МПК A01F 25/08, F26B 9/02. Камера для хранения и сушки сельскохозяйственных продуктов: № 1335109/24-6: заявл. 28.05.1969: опубл. 10.08.1972 / Н. П. Кравцов, А. М. Медведев, Ю. П. Муханов [и др.]; заявитель УНИИ сельхозмашиностроения.
17. Бахарев Д.Н. Обоснование параметров вентилируемых контейнеров для початков кукурузы, применяемых в щадящей технологии производства посевного материала / Д. Н. Бахарев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2023. № 1(37). С. 5–11. EDN QLTLEY.
18. Научные основы совершенствования технологии поточной обработки кукурузы в початках / Д. Н. Бахарев, А. Г. Пастухов, С. Ф. Вольвак, А. Е. Бурнукин. п. Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. 188 с. ISBN 978-5-6046581-1-6. EDN ZRXRSL.
19. Грушка Я. Монография по кукурузе. Перевод с чешского М. П. Умнова. М. : Колос, 1965. 751 с.
20. Пастухов А.Г. Молотильно-сепарирующее устройство для первичного семеноводства кукурузы / А. Г. Пастухов, Д. Н. Бахарев // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14, № 1. С. 34–39. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-34-39. EDN CJMJYT.
21. Патент № 2787717 С1 Российская Федерация, МПК A01F 11/06, A01F 7/06, A01F 12/18. Способ поэтапного обмолачивания початков кукурузы и устройство для его осуществления: № 2022103160: заявл. 08.02.2022: опубл. 11.01.2023 / Д. Н. Бахарев, А. Г. Пастухов, С. Ф. Вольвак, А. А. Добрицкий; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN JWBLE.
22. Патент на полезную модель № 196681 U1 Российская Федерация, МПК A01F 11/06. Устройство поэтапного обмолачивания початков семенной кукурузы: № 2019142582: заявл. 16.12.2019: опубл. 11.03.2020 / Д. Н. Бахарев, С. Ф. Вольвак, А. Г. Пастухов, В. А. Сафонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN WWZVIP.

References

1. Selskohozyajstvennye regiony Rossii: gde vyrashchivayut zerno [Agricultural regions of Russia: where grain is grown]. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <https://xn--80adahnf5bdekrm.xn--p1ai/post/015-proizvodstvo-zerna-v-rossii/> (Data obrashcheniya 17.02.2025).
2. Doktrina prodovolstvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii [The Food Security Doctrine of the Russian Federation]. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf> (Data obrashcheniya 17.02.2025).
3. Golik S.M. Mekhanizatsiya uborki, obrabotki i khraneniya kukuruzy [Mechanization of corn harvesting, processing and storage]. M. : Kolos, 1973. 335 p.
4. Chaplygin M.E., Stepanov K.A. Tekhniko-ekonomicheskaya effektivnost primeneniya mnogofunktsionalnyh kontejnerov v pervichnom seменоводстве zernovykh kultur [Technical and economic efficiency of the use of multifunctional containers in primary seed production of grain crops] // Inzhenernye tekhnologii i sistemy. 2024. T. 34, № 1. S. 44–71. DOI 10.15507/2658-4123.034.202401.044-071. EDN JYVJZA.

5. Zagotovka semyan zernovyh i zernobovyh kultur v selekcii i pervichnom semenovodstve [Harvesting of seeds of grain and leguminous crops in breeding and primary seed production] / V. P. Elizarov, A. V. Golubkovich, N. E. Evtyushenkov [i dr.] // Selskhozaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2014. № 5. S. 17–21. EDN TCGGND.
6. Bakharev D.N. Obosnovanie perspektivnoy kontejnernoj potочноj obrabotki pochatkov semennoj kukuruzy pri stacionarnoj mekhanizacii [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. EDN AIGUFU.
7. Patent № 2764947 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK F26B 9/06. Kontejner dlya transportirovki, sushki i hraneniya semyan [Container for transportation, drying and storage of seeds]: № 2021120575: zayavl. 13.07.2021: opubl. 24.01.2022 / A. Yu. Izmajlov, M. L. Kryukov, M. V. Ivanov, K. A. Stepanov; zayavitel' Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Federalnyj nauchnyj agroinzhenernyj centr VIM». EDN GCAAYV.
8. Patent na poleznuyu model № 223033 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01F 25/14, B65D 88/56. Samorazgruzhayushchijsya ventiliruemyy kontejner dlya pochatkov semennoj kukuruzy [Self-unloading ventilated container for corn cobs]: № 2023114379: zayavl. 31.05.2023: opubl. 29.01.2024 / D. N. Baharev, A. G. Pastuhov; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.Ya. Gorina». EDN IQQICI.
9. PETKUS. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <https://www.petkus.com/ru/produkcija/sushka/sushilnye-kompleksy-dlja-sushki-kukuruzy-v-pochatkakh> (Data obrashcheniya 17.02.2025).
10. CIMBRIA. Double pass reversing ear corn dryer. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <https://www.cimbria.com/en/products/drying/ear-corn-dryer.html> (Data obrashcheniya 17.02.2025).
11. Novaya sushilka dlya kukuruznyh pochatkov CD30 [The new CD30 corncob dryer]. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa: https://www.mecmargroup.com/ru/news/novaa_sushilka_dla_kukuruznyh_pochatkov_cd30-43 (Data obrashcheniya 17.02.2025).
12. Avtorskoe svidetel'stvo №1613830 A1 SSSR, MPK F26B 9/06. Kamernaya sushilka dlya kukuruzy v pochatkah [Chamber dryer for corn on the cob]: № 4412268: zayavl. 25.02.1988: opubl. 15.12.1990 / V.P. Putilin, G. A. Artemov, A. Ya. Ugryumov [i dr.]; zayavitel' Krasnodarskoe kraevoe proizvodstvennoe upravlenie hleboproduktov, krasnodarskij filial centralnogo konstruktorsko-tekhnologicheskogo byuro vsesoyuznogo nauchno-proizvodstvennogo ob"edineniya «zernoprodukt».
13. Avtorskoe svidetel'stvo № 123796 A1 SSSR, MPK F26B 3/06. Peredvizhnaya sushilka dlya sushki kukuruzy v pochatkah [Mobile dryer for drying corn on the cob]: №569194: zayavl. 21.03.1957: opubl. 01.01.1959 / D. S. Perevoznyuk.
14. Avtorskoe svidetel'stvo № 1210021 A1 SSSR, MPK F26B 9/06. Sushilka dlya kukuruzy v pochatkah [Corn on the cob dryer]: №3796116: zayavl. 29.09.1984: opubl. 07.02.1986 / I. V. Grebenyuk, I. I. Gorchakov, V. I. Atanazevich, S. V. Potemin; zayavitel' Vsesoyuznyj nauchno-issledovatel'skij i eksperimentalno-konstruktorskij institut prodovol'stvennogo mashinostroeniya.
15. Avtorskoe svidetel'stvo № 659858 A1 SSSR, MPK F26B 9/06. Kamernaya sushilka dlya kukuruzy v pochatkah [Chamber dryer for corn on the cob]: №2548208: zayavl. 28.11.1977: opubl. 30.04.1979 / N. Ya. Tregubchak, S. A. Kugaj, A. A. Grabovskij.
16. Avtorskoe svidetel'stvo № 347537 A1 SSSR, MPK A01F 25/08, F26B 9/02. Kamera dlya hraneniya i sushki sel'skhozaystvennyh produktov [Storage and drying chamber for agricultural products]: № 1335109/24-6: zayavl. 28.05.1969: opubl. 10.08.1972 / N. P. Kravcov, A. M. Medvedev, Yu. P. Muhanov [i dr.]; zayavitel' UNII sel'hoz mashinostroeniya.
17. Baharev D.N. Obosnovanie parametrov ventiliruemyyh kontejnerov dlya pochatkov kukuruzy, primenyaemyh v shchadyashchej tekhnologii proizvodstva posevnogo materiala [Justification of the parameters of ventilated containers for corn cobs used in the gentle technology of seed production] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2023. № 1(37). S. 5–11. EDN QLTLEY.
18. Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya tekhnologii potочноj obrabotki kukuruzy v pochatkah [Scientific foundations for improving the technology of in-line processing of corn on the cob] / D. N. Baharev, A. G. Pastuhov, S. F. Volvak, A. E. Burnukin. p. Majskij : Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.Ya. Gorina, 2021. 188 s. ISBN 978-5-6046581-1-6. EDN ZRXRSL.
19. Grushka Ya. Monografiya po kukuruze [A monograph on corn]. Perevod s cheshskogo M. P. Umnova. M. : Kolos, 1965. 751 s.
20. Pastuhov A.G. Molotilno-separiruyushchee ustrojstvo dlya pervichnogo semenovodstva kukuruzy [Threshing and separating device for primary corn seed production] / A. G. Pastuhov, D. N. Baharev // Selskhozaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2020. T. 14, № 1. S. 34–39. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-34-39. EDN CJMJYT.
21. Patent № 2787717 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01F 11/06, A01F 7/06, A01F 12/18. Sposob poetapnogo obmolota pochatkov kukuruzy i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya [A method of step-by-step threshing of corn cobs and a device for its implementation]: № 2022103160: zayavl. 08.02.2022: opubl. 11.01.2023 / D. N. Baharev, A. G. Pastuhov, S. F. Volvak, A. A. Dobrickij; zayavitel' Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.Ya. Gorina». EDN JWBLBE.
22. Patent na poleznuyu model' № 196681 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01F 11/06. Ustrojstvo poetapnogo obmolota pochatkov semennoj kukuruzy [The device of step-by-step threshing of corn cobs]: № 2019142582: zayavl. 16.12.2019: opubl. 11.03.2020 / D. N. Baharev, S. F. Volvak, A. G. Pastuhov, V. A. Safonov; zayavitel' Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.Ya. Gorina». EDN WWZVIP.

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@belgau.ru.

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

Калугин Олег Вадимович, аспирант 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: oleg.kalugin.2000@yandex.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, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 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, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7(4722) 39-23-90, e-mail: pastuhov_ag@belgau.ru.

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

Kalugin Oleg Vadimovich, postgraduate student 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, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 (4722) 39-12-33, e-mail: oleg.kalugin.2000@yandex.ru.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННОГО ДОЗАТОРА МАЛОГАБАРИТНОГО КОМБИКОРМОВОГО АГРЕГАТА

Аннотация. Разработка малогабаритных установок для приготовления комбикормов в условиях хозяйства из местного сырья с использованием покупных ингредиентов является весьма актуальной. Целью исследований является обоснование рациональной конструкции многокомпонентного дозатора малогабаритного комбикормового агрегата, а задачами – определение наиболее эффективных конструктивно-режимных параметров многокомпонентного дозатора сыпучих компонентов рассыпного комбикорма. На основании анализа существующих конструкций и научных исследований технологического процесса приготовления сыпучих комбикормов на принципах прямооточности и непрерывности обоснована конструктивно-технологическая линия малогабаритного комбикормового агрегата. Определены рациональные конструктивно-режимные параметры ячеистого барабана многокомпонентного барабанного дозатора в соответствии с рассчитанным рецептом для кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый»: опытные значения объёмной массы компонентов $\gamma_1 = 770,60$ кг/м³, $\gamma_2 = 615,20$ кг/м³, $\gamma_3 = 1143,13$ кг/м³, $\gamma_4 = 637,20$ кг/м³, $\gamma_5 = 693,77$ кг/м³; объём ячеек звёздочек $V_1 = 17013,25$ мм³, $V_2 = 9133,20$ мм³, $V_3 = 3750,32$ мм³, $V_4 = 8817,87$ мм³, $V_5 = 12717,91$ мм³; площадь поперечного сечения ячеек звёздочек $S_1 = 340,2649$ мм², $S_2 = 182,664$ мм², $S_3 = 75,0064$ мм², $S_4 = 176,3574$ мм², $S_5 = 254,3582$ мм². В зависимости от заданного рецепта и количества сыпучих компонентов рассыпного комбикорма возможна установка соответствующего числа секций ячеистого барабана со сменными звёздочками с различными по количеству, геометрической форме и объёму ячейками, размещёнными не в одной плоскости и смещёнными одна относительно другой, что в целом повышает эффективность технологического процесса приготовления сыпучих комбикормов разрабатываемым малогабаритным комбикормовым агрегатом по сравнению с другими конструкциями.

Ключевые слова: малогабаритный комбикормовый агрегат, многокомпонентный барабанный дозатор, конструктивно-режимные параметры, ячеистый барабан, сменные звёздочки.

SUBSTANTIATION OF THE DESIGN OF THE DRUM DISPENSER OF A SMALL-SIZED FEED UNIT

Abstract. The development of small-sized plants for the preparation of compound feeds in farming conditions from local raw materials using purchased ingredients is very relevant. The purpose of the research is to substantiate the rational design of a multicomponent dispenser of a small-sized compound feed unit, and the tasks are to determine the most effective design and operating parameters of a multicomponent dispenser of bulk components of loose compound feed. Based on the analysis of existing structures and scientific research of the technological process of preparing bulk compound feeds based on the principles of straightness and continuity, the design and technological line of a small-sized feed unit is substantiated. The rational design and operating parameters of the cellular drum of a multicomponent drum dispenser were determined in accordance with the calculated recipe for laying hens of the Haysex brown cross: experimental values of the volume weight of the components $\gamma_1 = 770,60$ kg/m³, $\gamma_2 = 615,20$ kg/m³, $\gamma_3 = 1143,13$ kg/m³, $\gamma_4 = 637,20$ kg/m³, $\gamma_5 = 693,77$ kg/m³; volume of sprocket cells $V_1 = 17013,25$ mm³, $V_2 = 9133,20$ mm³, $V_3 = 3750,32$ mm³, $V_4 = 8817,87$ mm³, $V_5 = 12717,91$ mm³; cross-sectional area of sprocket cells $S_1 = 340,2649$ mm², $S_2 = 182,664$ mm², $S_3 = 75,0064$ mm², $S_4 = 176,3574$ mm², $S_5 = 254,3582$ mm². Depending on the given recipe and the number of bulk components of a loose compound feed, it is possible to install an appropriate number of sections of a cellular drum with interchangeable sprockets with cells of different number, geometric shape and volume, placed not in the same plane and offset relative to each other, which generally increases the efficiency of the technological process of preparing bulk compound feeds developed by a small-sized feed unit compared to other constructions.

Keywords: small-sized feed unit, multicomponent drum dispenser, design and operating parameters, cellular drum, replaceable sprockets.

Введение. В Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы отмечено, что «животноводческие организации агропромышленного комплекса Российской Федерации не в полной мере обеспечены качественными объёмистыми кормами и сбалансированными комбикормами».

Комбикорм – это сложная однородная смесь кормовых средств (зерно, отруби, корма животного происхождения, минеральные добавки и др.), сбалансированных между собой [1].

Согласно данным А. И. Завражного [2], «комбикорма, сбалансированные по питательным веществам, обеспечивают повышение продуктивности животных на 10–12 %, а при обогащении их аминокислотами, микроэлементами, антибиотиками и другими биологически активными веществами эффективность их повышается на 25–30 % и более».

В настоящее время комбикормовая промышленность развивается по двум направлениям. Первое – наращивание мощностей крупных комбикормовых предприятий. Второе – разработка малогабаритных установок и цехов для приготовления комбикормов в условиях хозяйства из местного сырья с использованием покупных ингредиентов (БВД, премиксов). Данное направление на сегодняшний день является наиболее перспективным [1, 3].

Основой интенсивного развития отрасли животноводства являются концентрированные корма. Научными исследованиями и практикой доказано, что от качества комбикорма во многом зависит повышение продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. Скармливание зернофуража в виде дерти малоэффективно и экономически нецелесообразно. Простые кормовые смеси из нескольких видов зернофуража, сбалансированные по составу, дают значительно больший эффект, чем простая дерть, приготовленная из одной культуры. Поэтому совершенствование технических средств механизации дозирования в кормоприготовлении является важной и актуальной задачей [4].

В связи с этим, с целью выявления наиболее эффективной конструктивно-технологической линии приготовления рассыпных комбикормов в условиях сельскохозяйственных предприятий на основу разработки малогабаритного комбикормового агрегата поставлена задача обеспечить эффективный процесс приготовления рассыпного комбикорма по заданному рецепту и получение однородного состава готового продукта за счёт непрерывного дозирования, измельчения и смешивания компонентов комбикорма, а также снижение его энергоёмкости и материалоемкости при расширении универсальности [5].

Целью исследований является обоснование рациональной конструкции многокомпонентного дозатора малогабаритного комбикормового агрегата, а задачами – определение наиболее эффективных конструктивно-режимных параметров многокомпонентного дозатора сыпучих компонентов рассыпного комбикорма и путей совершенствования его рабочих органов.

Объект и методы исследований. При приготовлении кормовых смесей одним из важнейших технологических процессов является дозирование, к которому предъявляют особые требования [6].

Дозирование – это процесс отмеривания заданного количества материала с требуемой точностью, т. е. с погрешностью, не выходящей за установленные требования [6-8]. Степень точности определяется технологическими требованиями, а также обосновывается экономическими соображениями [7, 8].

Неточное дозирование компонентов снижает кормовую и биологическую питательную ценность кормовых смесей, а избыток дорогостоящих компонентов приводит к удорожанию продукции и нарушению баланса питательных веществ, а в некоторых случаях – к заболеванию животных. Особо строгую точность предусматривают при дозировании белково-витаминных и минеральных добавок, так как несоответствие норм их выдачи может привести даже к гибели животных [6].

Известны два основных способа дозирования материалов – по объёму и по массе. Наибольшее распространение получил способ дозирования по объёму [9].

Весовой способ дозирования обеспечивает большую точность, а объёмный способ дозирования конструктивно более простой и потому более надёжный. Выбор схемы дозирования зависит от условий и размеров производства [7, 8].

По характеру протекания процесса дозирование может быть порционным (дискретным) и непрерывным [7, 8].

В практике кормоприготовления применяют массовое (весовое) и объёмное дозирование, каждое из которых может быть порционным (дискретным) или непрерывным [6].

Массовое непрерывное дозирование пока затруднено из-за отсутствия надёжных и простых по конструкции весовых дозаторов непрерывного действия. Имеющиеся системы уступают порционным по точности и экономическим показателям [6].

Объёмное непрерывное дозирование менее требовательно к состоянию компонентов и при использовании соответствующего оборудования позволяет приготавливать кормовые смеси с заданным качеством [6-8]. В связи с этим его широко применяют в кормоцехах и смесителях-раздатчиках [6].

При непрерывном дозировании все компоненты подают одновременно непрерывными потоками в соотношениях, соответствующих рецептам или составу смеси [6-8].

Устройства, предназначенные для отмеривания и выдачи заданной дозы материала, называются дозаторами [7, 8].

Продукты дозируют по двум схемам: ширине (толщине) потока продукта и скорости движения. Независимо от способа дозирования и типа дозатора в конечном итоге подача корма контролируется только по массе. Допустимые отклонения по массе при дозировании кормов для крупного рогатого скота, свиней и овец составляют: комбикорма и концентрированных кормов $\pm 5\%$; минеральных добавок $\pm 5\%$ [6].

Для обоснования рациональной конструкции многокомпонентного дозатора малогабаритного комбикормового агрегата целесообразно использовать методы: анализа, классификации и выбора рабочих органов существующих конструкций дозаторов сыпучих компонентов рассыпного комбикорма; построения принципиальной конструктивно-технологической схемы; структурирования, моделирования и проектирования технического объекта; однофакторного экспериментального исследования с последующей статистической обработкой массива данных.

Результаты исследований и их обсуждение. В современных условиях для успешного совершенствования процесса дозирования необходимо рассматривать дозатор не как самостоятельную единицу комплекса оборудования, а систему, успешная и качественная работа которой будет зависеть от надёжной работы каждого элемента в отдельности. При проектировании таких систем есть возможность учитывать все факторы, влияющие на её работу, и процесс дозирования в меньшей степени может зависеть от внешних воздействий, что должно привести к более устойчивой работе дозаторов [7, 8].

Согласно классификации, приведённой в работе [10], «все дозаторы подразделяются по способу дозирования, характеру протекания процесса, виду дозируемых кормов, степени автоматизации, типу рабочих органов».

В соответствии с принятым способом дозирования дозаторы подразделяются на объёмные и весовые, а по характеру протекания процесса – на порционные (дискретные) и непрерывного действия [7, 8].

По виду дозируемых кормов выделяют следующие типы дозаторов: для жидких, полужидких, сыпучих кормов и универсальные [10].

По степени автоматизации различают дозаторы с ручным управлением, автоматизированные и автоматические [10, 11].

По типу рабочих органов наиболее часто встречающиеся исполнения дозаторов: барабанные, тарельчатые, ленточные, скребковые, гравитационные, вибрационные, плунжерные, секторные, грейдерные, штифтовые, платформенные и шнековые [10].

Дозаторы любого типа должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать выдачу необходимого количества материала (дозы) с отклонением от заданной точности дозирования не выше допустимого. При этом в зависимости от заданных условий доза может быть выдана без регламентации времени, за минимальное время и за строго определённый промежуток времени. Кроме того, дозирующие устройства должны иметь возможность регулирования дозы в заданных пределах и взятия проб для контроля точности дозирования и производительности. Рабочая зона дозатора должна быть легкодоступна для очистки его от остатков продукта [7, 8].

Конструкция рабочих органов дозаторов должна учитывать физико-механические свойства кормов [7, 8, 12, 13]. На процесс дозирования главным образом влияют физико-механические свойства кормов: угол естественного откоса, влажность, размеры частиц, плотность, слёживаемость, связность, коэффициент трения-движения и другие, а также конструктивные особенности дозирующего устройства и его режимные параметры [14]. Например, при повышении влажности большинство компонентов, в первую очередь продукты животного происхождения, мел и соль, комкуются и теряют сыпучесть.

К дозаторам непрерывного действия относят объёмные дозаторы, которые обеспечивают выдачу корма равномерным потоком заданным технологическим циклом, с условием непрерывности выдачи корма в течение заданного промежутка времени [10].

К дозирующим устройствам объёмного типа предъявляют следующие требования [6]:

- регулирование расхода материала в заданных пределах;
- точность и устойчивость питания, необходимые для обеспечения постоянства заданного расхода в пределах допустимых отклонений;

- возможность работы с различными материалами;
- простота устройства, малая металло- и энергоёмкость;
- удобство обслуживания, герметичность и высокая надёжность;
- быстрота настройки и регулировки в зависимости от вида корма и нормы дозирования.

При этом для избежания нарушения нормы выдачи дозируемых кормов, особенно в условиях их непрерывного дозирования и смешивания, постоянно следят за уровнем кормов в накопительном бункере и дополняют его по мере опорожнения [6].

В связи с широким внедрением поточных методов производства все чаще применяется метод непрерывного дозирования. Дозаторы барабанного типа, широко распространённые в производстве, более или менее точно сохраняют заданную производительность при постоянной объёмной массе дозируемого материала. Производительность барабанного дозатора может регулироваться изменением объёма ячеек в нём [6, 15].

Среди объёмных дозаторов для сыпучих материалов выделяют: барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные, вибрационные, конвейерные и роторные (рисунок 1) [7, 8].

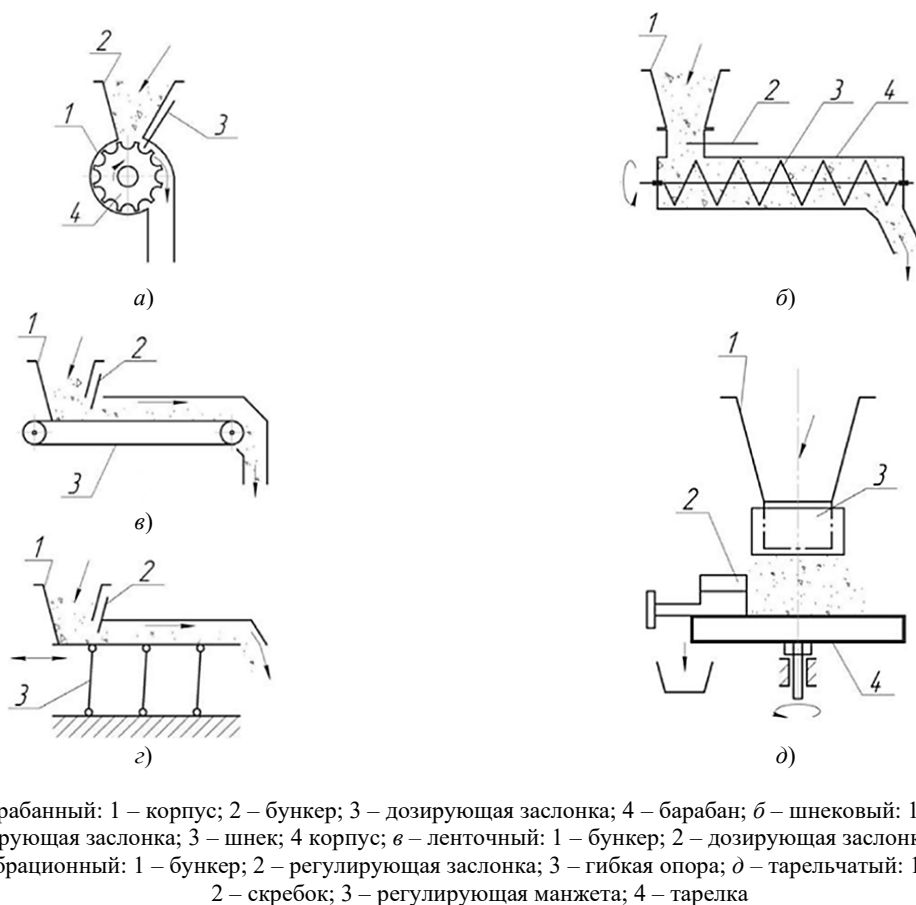


Рис. 1 – Схемы дозаторов объёмного типа для сыпучих компонентов [7, 8]

Принцип непрерывной подачи материала позволяет добиться более точного дозирования и более равномерного смешивания компонентов и поэтому представляется более предпочтительным. К сожалению, серьёзным недостатком непрерывных дозаторов – конвейерных и шнековых – является их громоздкость, наличие механического привода и движущихся частей [16].

Анализ технологических процессов на предприятиях показывает, что процессы дозирования можно свести к следующим вариантам [7, 8]:

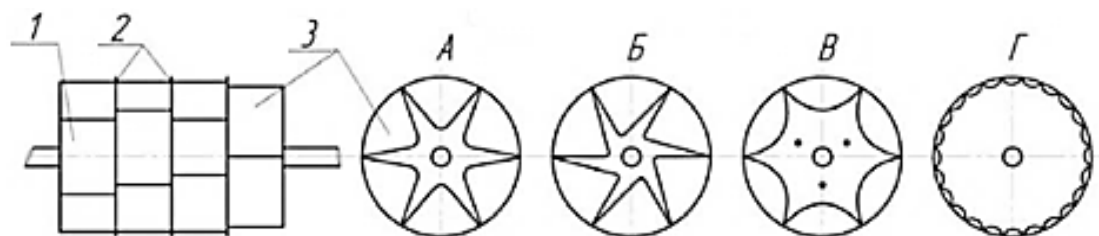
- дозирование сырья или полуфабрикатов в последующую машину или поточную линию с целью стабилизации производительности;
- дозирование при приготовлении многокомпонентных смесей. По ходу технологического потока после дозаторов следует смеситель;
- дозирование (дискретное, порционное) при фасовке в тару.

Как правило, предприятия агропромышленного комплекса (АПК) и другие смежные предприятия, использующие при производстве сыпучие материалы, работают по наиболее сложному второму варианту, характерному наличием комплекса: дозаторы–смеситель [7, 8].

Многообразие предлагаемых машин, применяемых для многокомпонентного дозирования, свидетельствует о том, что продолжают поиски наиболее рационального типа дозирующей машины, которая обеспечила бы большую производительность и меньший расход энергии, отвечала бы в полной мере зоотехническим и технологическим требованиям современного производства кормовых смесей. Однако в сельском хозяйстве на сегодняшний день таких машин нет. Это является одной из основных причин, сдерживающих производство комбикормов непосредственно в хозяйствах из собственного зернового сырья и промышленных добавок. Появление данных машин могло бы стать условием рентабельного ведения отрас-

ли животноводства. Поэтому исследования по разработке компактного, надёжного в работе, простого в обслуживании многокомпонентного дозатора сыпучих кормов являются актуальными [4].

Рассмотрим наиболее распространённый дозатор ДП-1 барабанного типа, предназначенный для дозирования сыпучих продуктов. Особенностью конструкции этого дозатора (рисунок 2) является то, что в стальном корпусе на валу закреплён барабан 1, который состоит из отдельных звёздочек 3, между которыми установлены диски, разделяющие его на четыре секции 2. Концы лопаток каждой секции не лежат в одной плоскости, а смещены одна относительно другой по винтовой линии. Такое расположение звёздочек позволяет равномерно и непрерывно дозировать компоненты при их дозировании. В зависимости от физико-механических свойств компонентов (дозируемого продукта) используются звёздочки различной формы: А – для зерновых; Б – для мучнистых; В – для трудносыпучих; Г – для компонентов, входящих в рецепты в небольших количествах (минеральных примесей (мел, соль и др.) и т. п.) [6, 15].



1 – барабан в сборе; 2 – секции барабана; 3 – звёздочки

Рис. 2 – Схема рабочего процесса барабанного дозатора ДП-1 [6, 15]

Технологическая схема подачи продукта в дозатор барабанного типа следующая. Компоненты поступают в приёмную часть дозатора, где при помощи побудителя того или иного типа равномерно заполняют ячейки барабана. Вращаясь, продукт высыпается из них и выводится из дозатора [6].

Проведённый анализ основных способов и характера протекания процесса дозирования, конструкций дозаторов кормов показал, что в соответствии с требованиями технологического процесса приготовления рассыпных комбикормов в единой конструкции малогабаритного комбикормового агрегата для дозирования сухих сыпучих кормов при приготовлении многокомпонентных смесей наиболее подходит объёмный дозатор непрерывного действия с барабанным типом рабочих органов, который выбран в качестве объекта для дальнейших исследований.

В работе [17] В. Н. Николаев отмечает, что «основными принципами построения технологического процесса [18, 19] являются: последовательно-параллельная подготовка всех компонентов и одноразовое дозирование; формирование предварительных смесей зернового сырья с повторным дозированием; прямоточный метод».

Прямоточный способ, реализованный в малогабаритных комбикормовых агрегатах, является наиболее эффективным и характеризуется малой энерго- и металлоёмкостью, простотой в обслуживании и адаптирован к условиям производства комбикормов непосредственно в хозяйствах [17].

При этом одним из основных оценочных показателей при выборе той или иной схемы является себестоимость производимых комбикормов и возможность создания надёжного и простого управления технологическим процессом [17].

В условиях сельскохозяйственных предприятий необходимо в полной мере использовать принцип прямоточности при производстве комбикормов, сократить количество используемого оборудования и снизить удельный расход электроэнергии, что возможно на основе применения объёмных дозаторов и смесителей [17].

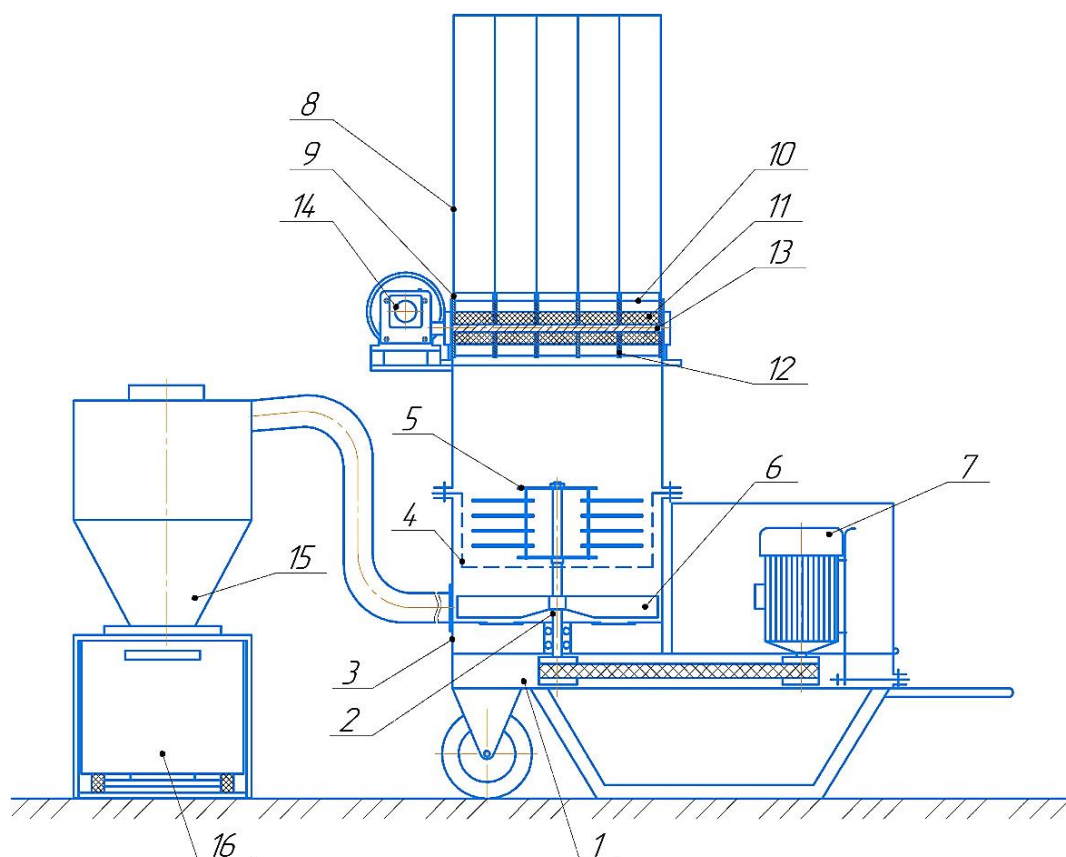
Следовательно, для более рационального использования в соответствии с требованиями технологического процесса исследуемый барабанный дозатор кормов должен обеспечивать многокомпонентное дозирование (параллельную выдачу дозы каждого компонента нескольких видов кормового сырья (продуктов) в отдельной специальной секции дозатора) при минимальном отклонении фактического объёма (массы) кормов от проектной величины, т. е. при высокой точности и максимальной долговременной стабильности дозирования кормов.

Таким образом, в целях реализации концепции повышения эффективности технологического процесса измельчения концентрированных кормов [20, 21] путём объединения в единую конструкцию систем дозирования различных зерновых кормов и вертикальной молотковой дробилки, способной осуществлять измельчение с одновременным смешиванием компонентов кормовой смеси в установленной пропорции, на основании проведённых исследований [5, 20-30] в конструкции разрабатываемого малогабаритного комбикормового агрегата целесообразно реализовать принцип прямоточности построения непрерывного технологического процесса с применением многокомпонентного объёмного дозатора барабанного типа (рисунок 3).

В разрабатываемой конструкции малогабаритного комбикормового агрегата для дозирования пяти сыпучих компонентов рассыпного комбикорма многокомпонентный объёмный дозатор 9 выполнен в виде цилиндрического составного ячеистого барабана 10, разделённого на независимые друг от друга пять отдельных секций, и, соответственно, укомплектован пятью сменными звёздочками 11 и дисками 12 между ними, вращающимися на общем горизонтальном валу 13, с единым приводом от мотор-редуктора 14.

При этом в зависимости от рецепта комбикорма или состава кормовой смеси и объёмной массы сыпучих компонентов в каждой секции цилиндрического составного ячеистого барабана 10 установлены соответствующие пять сменных звёздочек 11, имеющие по четыре ячейки различные по геометрической форме и объёму, размещённые не в одной плоскости и смещённые одна относительно другой.

Работает многокомпонентный объёмный дозатор в составе малогабаритного комбикормового агрегата следующим образом.



- 1 – рама с опорными колёсами, салазками и ручкой; 2 – вертикальный вал; 3 – составной цилиндрический корпус с приёмной, измельчающей и выгрузной камерами; 4 – сменное решето; 5 – молотковый барабан; 6 – лопастная швырялка; 7 – электропривод молотковой дробилки; 8 – многосекционный бункер с перегородками; 9 – многокомпонентный объёмный дозатор; 10 – ячеистый барабан; 11 – сменная звёздочка; 12 – диск; 13 – горизонтальный вал; 14 – мотор-редуктор; 15 – циклон-разгрузитель; 16 – передвижной контейнер

Рис. 3 – Схема малогабаритного комбикормового агрегата

Сыпучие компоненты рассыпного комбикорма (кормовое зерно, белково-витаминно-минеральный концентрат, премикс и другие добавки), подаваемые по заданному рецепту из каждой секции многосекционного бункера 8 самотёком под действием силы тяжести, сверху через приёмное отверстие многокомпонентного дозатора 9 непрерывно заполняют ячейки соответствующих сменных звёздочек 11, вращающихся на общем горизонтальном валу 13 с приводом от мотор-редуктора 14, в виде отмеренных порций. Порции сыпучих компонентов сначала фиксируются в ячейках сменных звёздочек 11 за счёт взаимодействия с корпусом многокомпонентного дозатора 9, а затем высыпаются из них снизу через выходное отверстие многокомпонентного дозатора 9 в приёмную камеру верхней части цилиндрического корпуса 3. При этом за счёт размещения ячеек сменных звёздочек 11 в секциях составного ячеистого барабана 10 не в одной плоскости и смещения их одной относительно другой дополнительно улучшаются условия непрерывности и равномерности процесса дозирования сыпучих компонентов рассыпного комбикорма.

Производительность многокомпонентного дозатора 9 регулируют в зависимости от соответствующего рецепта комбикорма или состава кормовой смеси и объёмной массы сыпучих компонентов путём изменения частоты вращения составного ячеистого барабана 10 мотор-редуктором 14 или установки сменных звёздочек 11 с различным объёмом ячеек для забора регламентированных порций сыпучих компонентов рассыпного комбикорма.

Предложенная конструкция многокомпонентного объёмного дозатора барабанного типа позволяет обеспечить улучшение непрерывности процесса и, как следствие, снижение энергоёмкости и повышение эффективности процесса дозирования рассыпного комбикорма по заданному рецепту.

В общем случае процесс непрерывно-поточного дозирования состоит в обеспечении выдачи через отверстие непрерывным потоком с определённой скоростью некоторого количества материала. При этом контролируются и регистрируются текущие значения расхода, а также интегрируются эти значения по времени с целью учёта количества выданного материала [31].

При объёмном непрерывном дозировании основным показателем работы дозатора служит его массовый расход q , кг/с, т. е. подача потока материала (продукта) [7, 31]:

$$q = S_o \cdot v \cdot \gamma, \quad (1)$$

где S_o – площадь сечения проходного отверстия, м²; v – средняя скорость истечения материала через проходное отверстие, м/с; γ – объёмная масса материала, кг/м³.

Из этой формулы видно, что расход дозатора регулируют тремя способами: изменением площади сечения проходного отверстия, скорости потока или комбинированно, т. е. одновременным изменением S_o и v [31].

В связи с тем, что в исследуемом цилиндрическом барабанном дозаторе ячеистый барабан составлен из пяти секций с размещёнными в них на общем валу сменными звёздочками со смещёнными по винтовой линии ячейками (карманами), при объёмном непрерывном дозировании расчётное значение подачи q_p , кг/ч, каждого компонента кормовой смеси в отдельных секциях с учётом известного выражения [31-33] можно определить по формуле:

$$q_p = 60 \cdot S \cdot l \cdot z \cdot n \cdot \gamma \cdot \varphi, \quad (2)$$

где S – площадь поперечного сечения одной ячейки звёздочки в секции ячеистого барабана, м²; l – длина рабочей части ячеек звёздочки в секции ячеистого барабана, конструктивно принимаем $l = 50 \cdot 10^{-3}$ м; z – число ячеек звёздочки в секции ячеистого барабана, конструктивно принимаем $z = 4$ шт.; n – частота вращения ячеистого барабана, мин⁻¹; γ – объёмная масса продукта, кг/м³; φ – коэффициент заполнения ячеек звёздочек, принимаем $\varphi = 0,85$.

Таким образом, регулирование подачи каждого компонента кормовой смеси в исследуемом барабанном дозаторе кормов может обеспечиваться изменением объёма ячеек звёздочек и частоты вращения ячеистого барабана.

При этом следует учесть, что общая подача всех компонентов кормовой смеси исследуемым барабанным дозатором должна быть согласована с производительностью молотковой дробилки и не превышать 250 кг/ч, частоту вращения ячеистого барабана принимаем по частоте вращения выходного вала мотор-редуктора $n = 32$ мин⁻¹, а объём ячеек звёздочек можно определить с учётом физико-механических характеристик компонентов кормовой смеси.

Для обеспечения режима непрерывного движения сыпучих компонентов рассыпного комбикорма по секциям бункера и дозатора под действием собственной силы тяжести и нисходящего потока воздуха, создаваемого работающей молотковой дробилкой, важно знать: размеры частиц, влажность, объёмную массу, угол естественного откоса, статические и динамические коэффициенты трения по поверхностям, изготовленным из различных конструкционных материалов, слёживаемость, связность, аэродинамические и другие характеристики.

При этом, используя сформированную определённую базу знаний по физико-механическим характеристикам, весьма важную и практически ценную для исследования процесса приготовления рассыпного комбикорма, но имеющую весьма грубые усреднения численных значений конкретного параметра, необходимо дополнить данную базу знаний путём изучения физико-механических свойств каждого сыпучего компонента рассыпного комбикорма с учётом районированных культур в конкретной природно-климатической зоне.

В рамках данного исследования для определения объёма (размеров) ячеек звёздочек ячеистого барабана изучались основные физико-механические свойства выбранных согласно нормам кормления кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» пяти сыпучих компонентов полнорационного рассыпного комбикорма: пшеницы, кукурузы, сои полножирной, жмыха подсолнечного, премикса (П1-2, известняковой муки и других составляющих). На основании расчёта показателей качества комбикорма, проведённого в программном комплексе для оптимизации кормления сельскохозяйственных животных «Корм Оптима», получен соответствующий рецепт полнорационного рассыпного комбикорма.

Используя методы однофакторного экспериментального исследования с последующей статистической обработкой массива данных [34, 35], определялась объёмная масса вышеуказанных пяти сыпучих компонентов рассыпного комбикорма с кондиционной влажностью до 9,0 %, которая контролировалась влагомером «Wile-65». При этом в соответствии с ГОСТ 28254-2014 «Комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения объёмной массы и угла естественного откоса» была использована пурка литровая с падающим грузом ПХ-1МЦ, предназначенная для измерения массы зерна в одном литре (натуры зерна). Для взвешивания массы компонентов рассыпного комбикорма были использованы электронные лабораторные весы CAS MWP-3000. Используемое лабораторное оборудование представлено на рисунке 4.



Рис. 4 – Лабораторное оборудование для определения физико-механических свойств сыпучих компонентов рассыпного комбикорма

Метод измерения натуры зерна пуркой литровой с падающим грузом заключается в заполнении зерном мерной ёмкости с грузом – мерки, имеющей номинальную вместимость 1 литр, и измерении массы этого зерна взвешиванием на весах с последующим исключением из результата взвешивания массы пустой мерки с находящимся в ней грузом.

Значения объёмной массы компонентов рассыпного комбикорма определены экспериментально по вышеописанной методике с трёхкратной повторностью при обеспечении доверительной вероятности более 0,95 и представлены в таблице 1.

В результате лабораторных однофакторных экспериментов установлены основные физико-механические свойства исследуемых компонентов рассыпного комбикорма, что позволило определить рациональные значения параметров ячеек звёздочек ячеистого барабана исследуемого барабанного дозатора (таблица 2) с целью обеспечения необходимого расчётного значения подачи каждого компонента рассыпного комбикорма в соответствии с рецептом для кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый».

Таблица 1 – Результаты определения объёмной массы компонентов рассыпного комбикорма

Наименование материала	Влажность материала, %	Повторность	Объёмная масса, кг/м ³
Пшеница	8,3	1	770,6
		2	772,3
		3	768,9
		Среднее арифметическое значение	770,60
Соя полножирная	5,5	1	614,6
		2	619,4
		3	611,6
		Среднее арифметическое значение	615,20
Премикс	8,0	1	1144,5
		2	1138,5
		3	1146,4
		Среднее арифметическое значение	1143,13
Жмых подсолнечный	6,4	1	635,1
		2	638,7
		3	637,8
		Среднее арифметическое значение	637,20
Кукуруза	8,0	1	692,9
		2	692,1
		3	696,3
		Среднее арифметическое значение	693,77

Таблица 2 – Результаты определения рациональных значений параметров ячеек звёздочек ячеистого барабана для компонентов рассыпного комбикорма

Компоненты рассыпного комбикорма			Расчётное значение подачи q						Параметры одной ячейки звёздочки		
рецепт		объёмная масса γ	с учётом частоты вращения ячеистого барабана $n = 32$ об/мин = 0,533 об/с				с учётом коэффициента заполнения $\varphi = 0,85$		длина l	объём V	площадь поперечного сечения S
Состав	%	кг/м ³	кг/ч	кг/с	м ³ /с	мм ³ /с	мм ³ /с	мм ³ /за оборот	мм	мм ³	мм ²
1 Пшеница	35	770,60	87,50	0,024306	$3,15411 \cdot 10^{-5}$	31541,1	36272,2	68053,0	50	17013,25	340,2649
2 Соя	15	615,20	37,50	0,010417	$1,69322 \cdot 10^{-5}$	16932,2	19472,0	36532,8		9133,20	182,664
3 Премикс	11,445	1143,13	28,61	0,007948	$6,95277 \cdot 10^{-5}$	6952,8	7995,7	15001,3		3750,32	75,0064
4 Жмых	15	637,20	37,50	0,010417	$1,63476 \cdot 10^{-5}$	16347,6	18799,7	35271,5		8817,87	176,3574
5 Кукуруза	23,555	693,77	58,89	0,016358	$2,35779 \cdot 10^{-5}$	23577,9	27114,6	50871,6		12717,91	254,3582

На основании анализа таблицы 2 отмечаем, что в соответствии с рецептом комбикорма получено соотношение между компонентами: 3,06 : 1,31 : 1,00 : 1,31 : 2,06. При обосновании размеров ячеек с учётом опытных значений объёмной массы соответствующих компонентов $\gamma_1 = 770,60$ кг/м³, $\gamma_2 = 615,20$ кг/м³, $\gamma_3 = 1143,13$ кг/м³, $\gamma_4 = 637,20$ кг/м³, $\gamma_5 = 693,77$ кг/м³ и принятых значений длины рабочей части ячеек звёздочек $l = 50$ мм и числа ячеек звёздочек $z = 4$ шт. получены значения объёма каждой ячейки звёздочек $V_1 = 17013,25$ мм³, $V_2 = 9133,20$ мм³, $V_3 = 3750,32$ мм³, $V_4 = 8817,87$ мм³, $V_5 = 12717,91$ мм³ в соотношении: 4,54 : 2,44 : 1,00 : 2,35 : 3,39. Глубина и ширина ячеек определяются исходя из полученных значений площади поперечного сечения ячеек звёздочек: $S_1 = 340,2649$ мм², $S_2 = 182,664$ мм², $S_3 = 75,0064$ мм², $S_4 = 176,3574$ мм², $S_5 = 254,3582$ мм².

В соответствии с полученными результатами определения рациональных значений параметров ячеек звёздочек ячеистого барабана в зависимости от рецепта и объёмной массы сыпучих компонентов рассыпного комбикорма в каждой секции цилиндрического составного ячеистого барабана установлены соответствующие пять сменных звёздочек, имеющие по четыре ячейки различные по геометрической форме и объёму, размещённые не в одной плоскости и смещённые одна относительно другой. Составной ячеистый барабан в виде построенной 3D-модели в диметрии и общего вида опытного образца с пятью сменными звёздочками, выполненными на 3D-принтере из PETG-пластика, показан на рисунке 5.

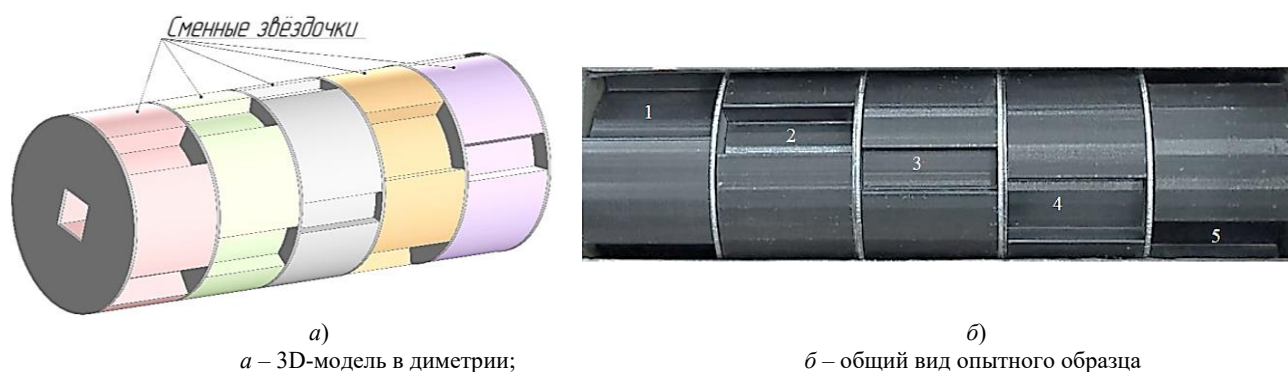


Рис. 5 – Составной ячеистый барабан с пятью сменными звёздочками

Таким образом, на основании анализа существующих конструкций и научных исследований технологического процесса приготовления сыпучих комбикормов предлагается конструктивно-технологическая линия разрабатываемого малогабаритного комбикормового агрегата с работающими согласованно по требуемой производительности и качеству многокомпонентным барабанным дозатором и молотковой дробилкой, что обеспечивает прямоточность построения и непрерывность технологического процесса. При этом в зависимости от заданного рецепта и объёмной массы сыпучих компонентов рассыпного комбикорма в секциях цилиндрического составного ячеистого барабана может быть установлено соответствующее число сменных звёздочек с различными по количеству, геометрической форме и объёму ячейками, размещёнными не в одной плоскости и смещёнными одна относительно другой.

Выводы. При обобщении результатов проведённых исследований можно сделать следующие выводы.

1. На основании анализа существующих конструкций и научных исследований технологического процесса приготовления сыпучих комбикормов на принципах прямоточности и непрерывности обоснована конструктивно-технологическая линия разрабатываемого малогабаритного комбикормового агрегата в составе с многокомпонентным барабанным дозатором и молотковой дробилкой.

2. В соответствии с рассчитанным рецептом комбикорма для кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» и с учётом экспериментально полученных значений объёмной массы сыпучих компонентов рассыпного комбикорма определены рациональные конструктивно-режимные параметры ячеистого барабана многокомпонентного барабанный дозатора: длина рабочей части ячеек звёздочек $l = 50$ мм, число ячеек звёздочек $z = 4$ шт., объём ячеек звёздочек $V_1 = 17013,25$ мм³, $V_2 = 9133,20$ мм³, $V_3 = 3750,32$ мм³, $V_4 = 8817,87$ мм³, $V_5 = 12717,91$ мм³. Данные параметры обеспечивают необходимые расчётные значения подачи каждого компонента рассыпного комбикорма барабанным дозатором и его согласованную работу с молотковой дробилкой по требуемой производительности и качеству.

3. В зависимости от заданного рецепта и количества сыпучих компонентов рассыпного комбикорма возможна установка соответствующего числа секций ячеистого барабана со сменными звёздочками с различными по количеству, геометрической форме и объёму ячейками, размещёнными не в одной плоскости и смещёнными одна относительно другой, что в целом повышает эффективность технологического процесса приготовления сыпучих комбикормов разрабатываемым малогабаритным комбикормовым агрегатом по сравнению с другими конструкциями.

4. В перспективе необходимо оценить качество работы разрабатываемого малогабаритного комбикормового агрегата по дозированию, измельчению и смешиванию различных компонентов рассыпного комбикорма, чему и будут посвящены дальнейшие исследования.

Библиография

1. Федоренко И.Я. Механизация производства комбикормов и амидоконцентратных добавок. URL: <https://www.sinref.ru/razdel/04650raznoe/15/403119.htm>.
2. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. М. : Агропромиздат, 1990. 336 с. ISBN 5-10-000761-3. EDN SNHPXX.
3. Федоренко И.Я., Золотарев С.В. Переработка сельскохозяйственного сырья на малогабаритном оборудовании. Барнаул : Алтайский государственный университет, 1998. 317 с. EDN OEXWWW.
4. Сабиев У.К., Амрин Р.Н., Кушнерик А.Н. Краткий анализ многокомпонентных дозаторов сыпучих кормов // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 2(22). С. 238–241. EDN WJTEZZ.
5. Патент № 2805301 С1 Российская Федерация, МПК А23Н 17/00. Комбикормовый агрегат : № 2023112996 : заявл. 18.05.2023 : опубл. 13.10.2023 / С. Ф. Вольвак, В. И. Шаповалов, Д. Н. Бахарев, А. А. Добрицкий; заявитель ФБГОУ ВО Белгородский ГАУ. EDN RRFDDI.
6. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов. М. : Форум, 2020. 176 с. ISBN 978-5-00091-717-6. EDN EMKWKH.
7. Глобин А.Н. Дозирующие устройства. Саратов : Вузовское образование, 2017. 344 с. EDN YSMVSB.
8. Общие сведения и классификация дозаторов. URL: https://bstudy.net/864840/tehnika/obschie_svedeniya_klassifikatsiya_dozatorov#8488.
9. Глобин А.Н. Пути совершенствования дозирующих устройств // Совершенствование технологических процессов и технических средств в АПК : Сб. научн. тр. АЧГАА. Выпуск 8. Зерноград, 2009. С. 5–6. EDN XPDCZN.
10. Ведищев С.М., Глазков А.Ю., Прохоров А.В. Анализ дозаторов кормов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. № 1(50). С. 103–108. EDN RYDWYT.
11. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов. 2-е изд., перераб. М. : Энергия, 1974. 119 с.
12. Машины и оборудование для дозирования кормов. URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/1/LEXCOL/educationalwork/Tab4/Leksia7.pdf>.

13. Ведищев С.М., Прохоров А.В., Брусенков А.В. Изучение объемных дозаторов кормов : метод. указания. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. 24 с.
14. Мухин В.А. Механизация приготовления кормов : учебное пособие. Саратов : Сарат. гос. с.-х. акад., 1994. 187 с.
15. Автоматические объемные дозаторы непрерывного действия. URL: https://bstudy.net/864851/tehnika/avtomaticheskie_obemnye_dozatory_nepreryvnogo_deystviya.
16. Нгуен В.Х., Бондаренко М.А. Состояние вопроса об устройствах подачи зернистых материалов в зону высокого давления // Молодежный вестник ИрГТУ. 2011. № 3. С. 9. EDN XVLEHD.
17. Николаев В.Н. Анализ технологических схем приготовления рассыпных комбикормов в сельскохозяйственных предприятиях. URL: <https://na-journal.ru/6-2024-tehnologii-proizvodstva/13524-analiz-tehnologicheskikh-shem-prigotovleniya-rassypanykh-kombikormov-v-selskohozyajstvennykh-predpriyatiyah>.
18. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов : учебное пособие. М. : Форум, 2007. 176 с. ISBN 978-5-91134-173-2. EDN QKYTAF.
19. Васильев С.Н., Эленшлегер А.А., Золотарев С.В., Булгаков А.М. Производство и использование комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах : учебное пособие для вузов. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2003. 150 с. EDN ZBIHFZ.
20. Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Научные основы совершенствования технологических процессов и технических средств приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и птицы : монография. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 193 с. ISBN 978-5-6047966-8-9. EDN KJFAQR.
21. Вольвак С.Ф., Шаповалов В.И. Исследование процесса измельчения концентрированных кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4(36). С. 14–24. EDN KSSZAW.
22. Вольвак С.Ф., Шаповалов В.И. Обоснование конструктивно-технологической схемы малогабаритного кормоприготовительного агрегата // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 1(41). С. 11–18. EDN GBZXBO.
23. Вольвак С.Ф., Шаповалов В.И., Нестерова Н.В. Многокритериальная оценка и выбор дозаторов для конструктивно-технологической схемы малогабаритного мобильного агрегата для приготовления комбикормов // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 24. С. 24–29. EDN UKINXB.
24. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. и др. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 475 с. ISBN 978-5-6046582-6-0. EDN GBDDUR.
25. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Модель функционирования малогабаритного комбикормоприготовительного агрегата // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. С. 135–136. EDN OXSUIJ.
26. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Комбикормовый агрегат // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 232–233. EDN OFSDIE.
27. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Поточно-технологическая линия приготовления комбикорма // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 234–235. EDN QPCPHD.
28. Вольвак С.Ф. Разработка конструкции комбикормового агрегата // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10–11 июня 2024 года. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 168–169. EDN EAAXEO.
29. Вольвак С.Ф. Выбор дозирующей системы комбикормового агрегата // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Вендина Сергея Владимировича, Майский, 15 ноября 2024 года. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 75–76. EDN CVPTXQ.
30. Вольвак С.Ф. Организация комбикормового производства с упрощенной технологической схемой // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Вендина Сергея Владимировича, Майский, 15 ноября 2024 года. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 73–74. EDN ICOOVK.
31. Коба В.Г., Брагинцев Н.В., Мурусидзе Д.Н., Некрашевич В.Ф. Механизация и технология производства продукции животноводства. М. : Колос, 1999. 528 с. ISBN 5-10-002870-X. EDN RPONMN.
32. Сыроватка В.И., Демин А.В., Джалилов А.Х. и др. Механизация приготовления кормов : Справочник. М. : Агропромиздат, 1985. 368 с. EDN SNQLAB.
33. Белянчиков Н.Н., Смирнов А.И. Механизация животноводства. М. : Колос, 1983. 360 с.
34. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Добрицкий А.А. Определение коэффициента Пуассона и модуля Юнга внешней плодовой оболочки зерна кукурузы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 3. С. 20–26. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-3-20-26. EDN KUELTH.
35. Пастухов А.Г., Добрицкий А.А., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Исследование физико-механических свойств семян тыквы как объекта сушки // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2024. Т. 18, № 1. С. 52–59. DOI 10.22314/2073-7599-2024-18-1-52-59. EDN HXSFXP.

References

1. Fedorenko I.Ja. Mechanizacija proizvodstva kombikormov i amidokoncentratnyh dobavok [Mechanization of the production of compound feeds and amidoconcentrate additives]. URL: <https://www.sinref.ru/razdel/04650raznoe/15/403119.htm>.
2. Zavrazhnov A.I., Nikolaev D.I. Mechanizacija prigotovlenija i hranenija kormov [Mechanization of feed preparation and storage]. М. : Agropromizdat, 1990. 336 p. ISBN 5-10-000761-3. EDN SNHPXX.
3. Fedorenko I.Ja., Zolotarev S.V. Pererabotka sel'skohozyajstvennogo syr'ja na malogabaritnom oborudovanii [Processing of agricultural raw materials on small-sized equipment]. Barnaul : Altai State University, 1998. 317 p. EDN OEXWWW.

4. Sabiev U.K., Amrin R.N., Kushnerik A.N. Kratkij analiz mnogokomponentnyh dozatorov sypuchih kormov [A brief analysis of multicomponent dispensers of bulk feed] // Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2016. № 2(22). Pp. 238–241. EDN WJTEZZ.
5. Patent №2805301 C1 Russian Federation, IPC A23N 17/00. Kombikormovyy agregat [Feed aggregate] : № 2023112996 : application. 05/18/2023 : published. 10/13/2023 / S. F. Volvak, V. I. Shapovalov, D. N. Bakharev, A. A. Dobritsky; applicant Belgorod State Agrarian University. EDN RRFDDI.
6. Fedorenko I.Ja. Tehnologicheskie processy i oborudovanie dlja prigotovlenija kormov [Technological processes and equipment for the preparation of feed]. M. : Forum, 2020. 176 p. ISBN 978-5-00091-717-6. EDN EMKWKH.
7. Globin A.N. Dozirujushhie ustrojstva [Dosing devices]. Saratov : Higher Education, 2017. 344 p. EDN YSMVSB.
8. Obshhie svedeniya i klassifikacija dozatorov [General information and classification of dispensers]. URL: https://bstudy.net/864840/tehnika/obschie_svedeniya_klassifikatsiya_dozatorov#8488.
9. Globin A.N. Puti sovershenstvovaniya dozirujushhih ustroystv [Ways of improving dosing devices] // Improvement of technological processes and technical means in the agroindustrial complex : Collection of scientific tr. ACHGAA. Issue 8. Zernograd, 2009. Pp. 5–6. EDN XPDCZN.
10. Vedishhev S.M., Glazkov A.Ju., Prohorov A.V. Analiz dozatorov kormov [Analysis of feed dispensers] // Issues of modern science and practice. V.I. Vernadsky University. 2014. № 1(50). Pp. 103–108. EDN RYDWYT.
11. Vidineev Ju.D. Avtomaticheskoe nepreryvnoe dozirovanie sypuchih materialov [Automatic continuous dosing of bulk materials]. 2nd ed., revised. M. : Energiya., 1974. 119 p.
12. Mashiny i oborudovanie dlja dozirovaniya kormov [Feed dosing machines and equipment]. URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/LEXCOL/educationalwork/Tab4/Leksia7.pdf>.
13. Vedishhev S.M., Prohorov A.V., Brusnikov A.V. Izuchenie obemnyh dozatorov kormov [The study of volumetric feed dispensers]. Tambov : Publishing House of the Tambov State Technical University, 2007. 24 p.
14. Muhin V.A. Mehanizacija prigotovlenija kormov [Mechanization of feed preparation] : textbook. Saratov : Saratov State Agricultural Academy, 1994. 187 p.
15. Avtomaticheskie obemnye dozatory nepreryvnogo dejstviya [Automatic continuous volume dispensers]. URL: https://bstudy.net/864851/tehnika/avtomaticheskie_obemnye_dozatory nepreryvnogo_deystviya.
16. Nguen V.H., Bondarenko M.A. Sostojanie voprosa ob ustroystvah podachi zernistyh materialov v zonu vysokogo davleniya [The status of the issue of devices for feeding granular materials into a high-pressure zone] // Youth Bulletin of IrSTU. 2011. № 3. P. 9. EDN XVLEHD.
17. Nikolaev V.N. Analiz tehnologicheskikh shem prigotovleniya rassypnyh kombikormov v sel'skhozajstvennyh predpriyatiyah [Analysis of technological schemes for the preparation of loose compound feeds in agricultural enterprises]. URL: <https://na-journal.ru/6-2024-tehnologii-proizvodstva/13524-analiz-tehnologicheskikh-shem-prigotovleniya-rassypnyh-kombikormov-v-selskhozajstvennyh-predpriyatiyah>.
18. Fedorenko I.Ja. Tehnologicheskie processy i oborudovanie dlja prigotovlenija kormov [Technological processes and equipment for the preparation of feed] : a textbook. M. : Forum, 2007. 176 p. ISBN 978-5-91134-173-2. EDN QKYTAF.
19. Vasil'ev S.N., Jelenshleger A.A., Zolotarev S.V., Bulgakov A.M. Proizvodstvo i ispol'zovanie kombikormov v kollektivnyh i fermerskikh hozjajstvakh [Production and use of compound feeds in collective and farm farms] : a textbook for universities. Barnaul : Altai State Agrarian University, 2003. 150 p. EDN ZBIHFZ.
20. Vol'vak S.F., Pastuhov A.G., Baharev D.N., Dobrickij A.A. Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya tehnologicheskikh processov i tehniceskikh sredstv prigotovlenija kormov dlja sel'skhozajstvennyh zhivotnyh i pticy [Scientific foundations of improving technological processes and technical means of preparing feed for farm animals and poultry] : monograph. Belgorod : Belgorod State Agrarian University, 2022. 193 p. ISBN 978-5-6047966-8-9. EDN KJFAQR.
21. Vol'vak S.F., Shapovalov V.I. Issledovanie processa izmel'cheniya koncentrirovannyh kormov [Investigation of the grinding process of concentrated feed] // Innovations in agriculture: problems and prospects. 2022. № 4(36). Pp. 14–24. EDN KSSZAW.
22. Volvak S.F., Shapovalov V.I. Obosnovanie konstruktivno-tehnologicheskoy skhemy malogabaritnogo kormoprigotovitel'nogo agregata [Substantiation of the design and technological scheme of a small-sized feed preparation unit] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2024. № 1(41). S. 11–18. EDN GBZXBO.
23. Vol'vak S.F., Shapovalov V.I., Nesterova N.V. Mnogokriterial'naja ocenka i vybor dozatorov dlja konstruktivno-tehnologicheskoy shemy malogabaritnogo mobil'nogo agregata dlja prigotovlenija kombikormov [Multicriteria assessment and selection of dispensers for the design and technological scheme of a small-sized mobile unit for the preparation of compound feeds] // Proceedings of the International Academy of Agrarian Education. 2015. № 24. Pp. 24–29. EDN UKIHXB.
24. Vol'vak S.F., Baharev D.N., Dobrickij A.A. i dr. Proektirovanie i issledovanie tehnologicheskikh processov zhivotnovodcheskikh predpriyatij [Design and research of technological processes of livestock enterprises]. Maisky : Belgorod State Agrarian University, 2021. 475 p. ISBN 978-5-6046582-6-0. EDN GBDDUR.
25. Vol'vak S.F., Baharev D.N., Dobrickij A.A. Model' funkcionirovaniya malogabaritnogo kombikormoprigotovitel'nogo agregata [Model of functioning of a small-sized feed preparation unit] // Challenges and innovative solutions in agricultural science : Proceedings of the XXVI International Scientific and Industrial Conference, Maisky, May 25, 2022. Volume 1. Belgorod : Belgorod State Agrarian University, 2022. Pp. 135–136. EDN OXSUIJ.
26. Vol'vak S.F., Baharev D.N., Dobrickij A.A. Kombikormovyy agregat [Mixed feed unit] // Challenges and innovative solutions in agricultural science : Proceedings of the XXVII International Scientific and Industrial Conference, Maisky, April 12, 2023. Volume 4. Maisky : Belgorod State Agrarian University, 2023. Pp. 232–233. EDN OFSDIE.
27. Vol'vak S.F., Baharev D.N., Dobrickij A.A. Potochno-tehnologicheskaja liniya prigotovlenija kombikorma [Feed production line] // Challenges and innovative solutions in agricultural science : Proceedings of the XXVII International Scientific and Production Conference, Maisky, April 12, 2023. Volume 4. Maisky : Belgorod State Agrarian University, 2023. Pp. 234–235. EDN QPCPHD.
28. Vol'vak S.F. Razrabotka konstrukcii kombikormovogo agregata [Design development of a feed mill] // Challenges and innovative solutions in agricultural science : Proceedings of the XXVIII International Scientific and Industrial Conference, Maisky, June 10–11, 2024. Maisky : Belgorod State Agrarian University, 2024. Pp. 168–169. EDN EAAXEO.
29. Vol'vak S.F. Vybory dozirujushhej sistemy kombikormovogo agregata [Selection of the dosing system of the feed unit] // Actual problems of agroengineering in the 21st century : Proceedings of the national scientific and practical conference with interna-

tional participation dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Sergey Vladimirovich Wendin, Maysky, November 15, 2024. Maysky : Belgorod State Agrarian University, 2024. Pp. 75–76. EDN CVPTXQ.

30. Vol'vak S.F. Organizacija kombikormovogo proizvodstva s uproszhjonnoj tehnologicheskoj shemoj [Organization of feed production with a simplified technological scheme] // Actual problems of agroengineering in the 21st century : Proceedings of the national scientific and practical conference with international participation dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Wendin Sergey Vladimirovich, Maysky, November 15, 2024. Maysky : Belgorod State Agrarian University, 2024. Pp. 73–74. EDN ICOOVK.

31. Koba V.G., Braginets N.V., Murusidze D.N., Nekrashevich V.F. Mekhanizaciya i tekhnologiya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva [Mechanization and technology of livestock production]. M. : Kolos, 1999. 528 p. ISBN 5-10-002870-X. EDN RPONMN.

32. Syrovatka V.I., Demin A.V., Dzhalilov A.H. i dr. Mehanizacija prigotovlenija kormov [Mechanization of feed preparation] : A reference book. M. : Agropromizdat, 1985. 368 p. EDN SNQLAB.

33. Beljanchikov N.N., Smirnov A.I. Mehanizacija zhivotnovodstva [Mechanization of animal husbandry]. M. : Kolos, 1983. 360 p.

34. Pastuhov A.G., Baharev D.N., Vol'vak S.F., Dobrickij A.A. Opredelenie koeficienta Puassona i modulja Junga vneshnej plodovoj obolochki zerna kukuruzy [Determination of the Poisson's ratio and Young's modulus of the outer fruit shell of corn grain] // Agricultural machinery and technology. 2022. Vol. 16. № 3. Pp. 20–26. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-3-20-26. EDN KUELTH.

35. Pastuhov A.G., Dobrickij A.A., Baharev D.N., Vol'vak S.F. Issledovanie fiziko-mehaničeskikh svojstv semjan tykvy kak obekta sushki [Investigation of physico-mechanical properties of pumpkin seeds as a drying object] // Agricultural machinery and technology. 2024. Vol. 18, № 1. Pp. 52–59. DOI 10.22314/2073-7599-2024-18-1-52-59. EDN HXSFXP.

Сведения об авторах

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

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@belgau.ru.

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.

Кошчаев Иван Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7(4722)39-22-82, e-mail: koshchaev@belgau.ru.

Information about authors

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

Pastukhov Alexander Gennadievich, doctor of technical sciences, professor, 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, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7(4722) 39-23-90, e-mail: pastuhov_ag@belgau.ru.

Bakharev Dmitriy Nikolayevich, doctor of technical sciences, docent, 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, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7(4722) 39-12-33, e-mail: baharevdn_82@mail.ru.

Koshchaev Ivan Aleksandrovich, candidate of agricultural sciences, docent, docent of the department of technology of production and processing of agricultural products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7(4722)39-22-82, e-mail: koshchaev@belgau.ru.

УДК 66.047.4/.5

А.С. Горлов, Г.Н. Аверьянов, Н.П. Переверзев, К.А. Горлов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СУШИЛКАХ С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Процессы сушки крупно кусковых, дисперсных материалов широко распространены во многих отраслях промышленности. Практическая значимость, многообразие сушильных установок и способов реализации процесса сушки, постоянно привлекают внимание исследователей к этим процессам. Для изучения и управления процессами сушки используют методы математического моделирования. Процесс сушки кусковых, сыпучих материалов представляет собой одну из основных стадий в различных отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, в химической технологии. В некоторых областях процесс сушки является основной стадией, например, при подготовке семенного материала сельскохозяйственных культур, таких как кукурузы, пшеницы, гороха, сои и других культур. Одной из основных целей процесса сушки является понижение влажности материала до определенного уровня. Процесс понижения влажности осуществляется в установках, которые представляют собой набор сушильных камер, заполненных материалом, в которые подается подогретый воздух (теплоноситель) определенной температуры. Передача тепла от теплоносителя к сушиму материалу осуществляется конвективным методом при прохождении теплоносителя через слой материала. В статье описана и исследована структура воздушных потоков в камерах сушильной установки с неподвижным слоем початков кукурузы. Для моделирования и описания аэродинамики сушильной установки применялись законы Кирхгофа. При описании течения газа внутри слоя початков кукурузы учитывались коэффициенты сопротивления, которые зависят от способа укладки початков в камере. Получена система уравнений для нахождения скоростей газа в сушильной установке. Дано описание алгоритма решения полученной системы уравнений. Приведены результаты решения этой системы для разных значений геометрических параметров и количества входящего теплоносителя.

Ключевые слова: аэродинамика сушильных аппаратов, камерная сушилка, сушка кукурузы, сушка дисперсионных материалов, численное моделирование.

MODELING OF COOLANT FLOW PROCESSES IN DRYERS WITH A FIXED LAYER OF DISPERSED MATERIALS

Abstract. Drying processes for large lumpy and dispersed materials are widespread in many industries. The practical significance, variety of drying installations and methods of implementing the drying process constantly attract the attention of researchers to these processes. Mathematical modeling methods are used to study and control drying processes. The process of drying lumpy, bulk materials is one of the main stages in various industries, agriculture, and chemical technology. In some areas, the drying process is a major step, for example, in the preparation of seed material for agricultural crops such as corn, wheat, peas, soybeans and other crops. One of the main goals of the drying process is to reduce the moisture content of the material to a certain level. The process of reducing humidity is carried out in installations, which are a set of drying chambers filled with material, into which heated air (coolant) of a certain temperature is supplied. Heat transfer from the coolant to the material being dried is carried out by the convective method when the coolant passes through a layer of material. The article describes and studies the structure of air flows in the chambers of a drying installation with a fixed layer of corn cobs. Kirchhoff's laws were used to model and describe the aerodynamics of the drying installation. When describing the gas flow inside a layer of corn cobs, resistance coefficients were taken into account, which depend on the method of laying the cobs in the chamber. A system of equations has been obtained for finding gas velocities in a drying installation. A description of the algorithm for solving the resulting system of equations is given. The results of solving this system for different values of geometric parameters and the amount of incoming coolant are presented.

Keywords: aerodynamics of drying devices, chamber dryer, corn drying, drying of dispersed materials, numerical simulation.

Введение. Процесс прохождения нагретого газового потока через неподвижный слой кусковых материалов разнообразных размеров и форм встречается в различных технологических линиях, в том числе, и при сушке влажных материалов [2-6].

Процессы сушки дисперсных сыпучих материалов широко распространены во многих отраслях промышленности. Практическая значимость и многообразие аппаратного оформления и способов реализации постоянно привлекают внимание исследователей к процессам сушки. Вопросы моделирования с целью оптимизации этих процессов рассмотрены в ряде работ [7, 13, 15]. Процесс сушки кусковых, сыпучих материалов представляет собой одну из основных стадий процессов химической технологии. В некоторых областях процесс сушки является основной стадией, например, при подготовке семенного материала кукурузы, пшеницы и других культур в сельском хозяйстве [9, 12]. Одной из целей процесса сушки является понижение влажности материала до определенного уровня путем подвода тепла.

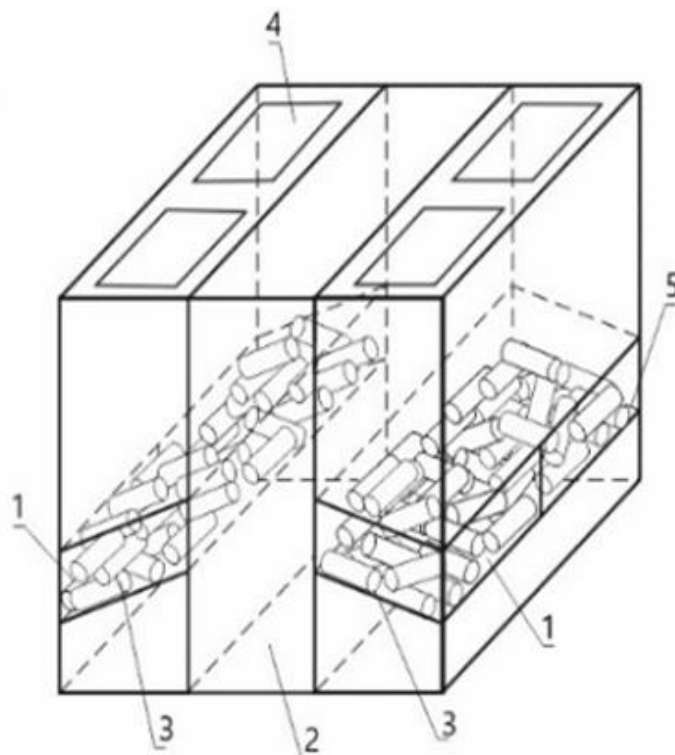
Передача тепла от теплоносителя к сушиму материалу осуществляется конвективным методом при прохождении теплоносителя через слой материала.

Сушилки для сушки дисперсных, сыпучих (кусковых, зернистых) материалов конструктивно разбивают: на сушилки шахтного типа, барабанные, с кипящим и виброкипящим слоем и сушилки с неподвижным слоем, в которых сушка происходит в камерах, заполненных материалом, и через слой материала проходит нагретый воздух (теплоноситель).

Каждая из указанных типов сушилок обладает своими определенными достоинствами и недостатками [10, 14]. Область их применения определяется рациональностью их использования. В процессе загрузки початков кукурузы в сушильные камеры формируется внутренняя структура слоя. Расположение початков кукурузы определяет размеры пустот, форму и параметры извилистых каналов, по которым будет перемещаться теплоноситель, выделяемые водные пары и другие летучие вещества.

Для обеспечения оптимизации процесса сушки кукурузы в камерных (секционных) сушилках необходимо разработать методику расчета аэродинамических и тепломассообменных процессов, проходящих в слое материала и камерах сушилки.

Основная часть. Схема сушильной установки с камерами, заполненной початками кукурузы, представлена на рисунке 1.



1 – слой початков кукурузы; 2 – камера подачи теплоносителя; 3 – перфорированное дно камер; 4 – люки сушильных камер; 5 – выгрузочные люки

Рис. 1 – Схема сушильной установки

Принципиальная схема движения потоков теплоносителя всей сушильной установки камерного (секционного) типа представлена на рисунке 2.

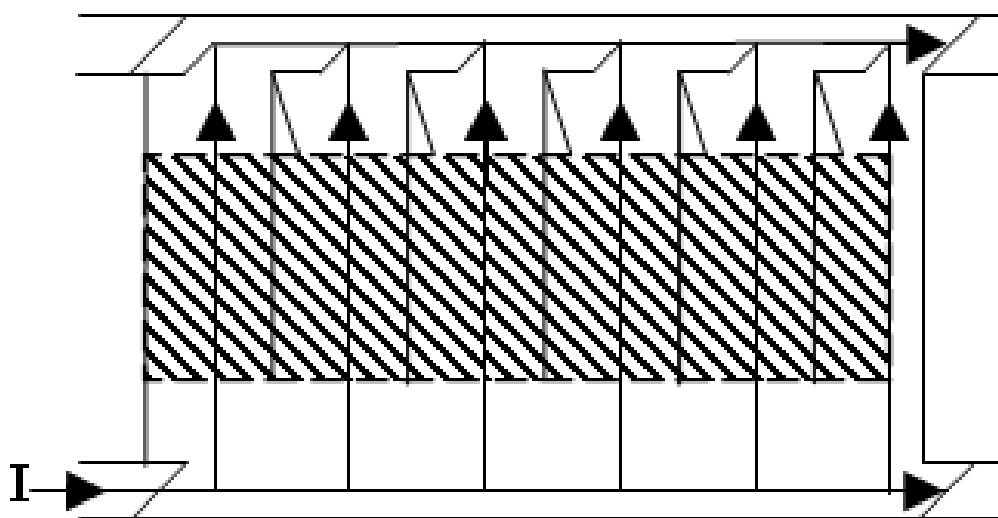


Рис. 2 – Схема потоков теплоносителя в секциях сушильной установки

Для расчета аэродинамики сушилки будем использовать сеть, представленную на рисунке 3.

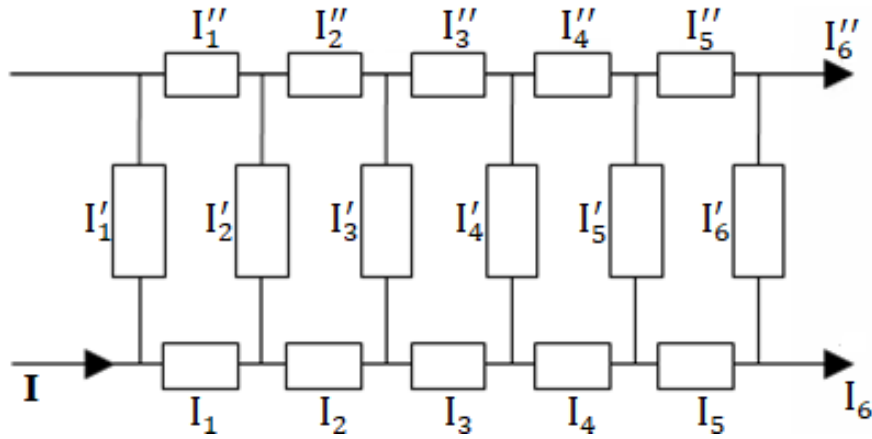


Рис. 3 – Расчетная сеть аэродинамики сушилки

Приняты следующие обозначения:

I – общий поток подаваемого теплоносителя;

$I_1, I_2, \dots, I_6$ – потоки газа в нижней части камеры;

$I'_1, I'_2, \dots, I'_6$ – потоки через слой кукурузы в отдельных секциях;

$I''_1, I''_2, \dots, I''_6$ – потоки теплоносителя в верхней части сушилки;

$R_1, R_2, \dots, R_6$ – гидравлические сопротивления при движении теплоносителя в нижней части сушилки;

$R'_1, R'_2, \dots, R'_6$ – гидравлические сопротивления при перетекании теплоносителя через слой кукурузы;

$R''_1, R''_2, \dots, R''_6$ – гидравлические сопротивления при перетекании теплоносителя в верхней части сушилки.

Система уравнений, описывающая аэродинамику рассматриваемой схемы секционной сушилки, получается с использованием правил Кирхгофа [11]. Для рассматриваемого случая первое правило Кирхгофа будет иметь вид: алгебраическая сумма потоков в узле цепи равна нулю:

$$\sum_{k=1}^M I_k = 0,$$

где M – число ветвей в узле; знаки потоков, идущих к узлу, принимаются со знаком плюс, идущих от узла – со знаком минус.

Согласно второму правилу Кирхгофа, в приложении к рассматриваемой схеме: в любом замкнутом контуре цепи алгебраическая сумма произведений потоков на соответствующие сопротивления равна нулю:

$$\sum_{k=1}^N I_k R_k = 0,$$

где R_k – сопротивление соответствующего участка цепи, а I_k – поток на участке; N – число участков в контуре; знак потока I_k считается положительным при совпадении его направления с выбранным направлением обхода контура.

Правила Кирхгофа позволяют получить в рассматриваемом случае систему уравнений, из которой могут быть определены все неизвестные потоки.

В качестве сопротивления R_k рассматривается перепад давления газа на соответствующем участке [1, 8].

Сопротивления можно представить в виде:

$$R_k = b_k w_k^2,$$

где w_k – средняя скорость газа на рассматриваемом участке; b_k – коэффициент сопротивления рассматриваемого участка (коэффициент сопротивления при фильтрации, перетекании газа из камеры в камеру и при прохождении шибера рассматриваются ниже).

В качестве потока (токов) I_k рассматривается поток газа на соответствующем участке. Потоки можно представить в виде:

$$I_k = \rho_k S_k w_k,$$

где ρ_k – плотность газа на соответствующем участке, S_k – площадь поперечного сечения соответствующего участка.

Система уравнений аэродинамики секционной сушилки будет иметь вид:

$$\begin{cases} I = I_1 + I'_1; \\ I_1 = I_2 + I'_2; \\ I_2 = I_3 + I'_3; \\ I_3 = I_4 + I'_4; \\ I_4 = I_5 + I'_5; \\ I_5 = I_6 + I'_6; \end{cases} \quad \begin{cases} I'_1 = I''_1; \\ I'_2 + I''_1 = I'_2; \\ I'_3 + I''_2 = I'_3; \\ I'_4 + I''_3 = I'_4; \\ I'_5 + I''_4 = I'_5; \\ I'_6 + I''_5 = I'_6; \end{cases} \quad \begin{cases} I'_1 R'_1 + I''_1 R''_1 = I_1 R_1 + I'_2 R'_2; \\ I'_2 R'_2 + I''_2 R''_2 = I_2 R_2 + I'_3 R'_3; \\ I'_3 R'_3 + I''_3 R''_3 = I_3 R_3 + I'_4 R'_4; \\ I'_4 R'_4 + I''_4 R''_4 = I_4 R_4 + I'_5 R'_5; \\ I'_5 R'_5 + I''_5 R''_5 = I_5 R_5 + I'_6 R'_6; \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} I = c_1 w_1 + c'_1 w'_1; \\ c_1 w_1 = c_2 w_2 + c'_2 w'_2; \\ c_2 w_2 = c_3 w_3 + c'_3 w'_3; \\ c_3 w_3 = c_4 w_4 + c'_4 w'_4; \\ c_4 w_4 = c_5 w_5 + c'_5 w'_5; \\ c_5 w_5 = I_6 + c'_6 w'_6; \end{cases} \quad \begin{cases} c'_1 w'_1 = c''_1 w''_1; \\ c'_2 w'_2 + c''_1 w''_1 = c'_2 w'_2; \\ c'_3 w'_3 + c''_2 w''_2 = c'_3 w'_3; \\ c'_4 w'_4 + c''_3 w''_3 = c'_4 w'_4; \\ c'_5 w'_5 + c''_4 w''_4 = c'_5 w'_5; \\ c'_6 w'_6 + c''_5 w''_5 = I'_6; \end{cases}$$

$$\begin{cases} d'_1 w_1'^3 + d''_1 w_1''^3 = d_1 w_1^3 + d'_2 w_2'^3; \\ d'_2 w_2'^3 + d''_2 w_2''^3 = d_2 w_2^3 + d'_3 w_3'^3; \\ d'_3 w_3'^3 + d''_3 w_3''^3 = d_3 w_3^3 + d'_4 w_4'^3; \\ d'_4 w_4'^3 + d''_4 w_4''^3 = d_4 w_4^3 + d'_5 w_5'^3; \\ d'_5 w_5'^3 + d''_5 w_5''^3 = d_5 w_5^3 + d'_6 w_6'^3, \end{cases}$$

где $c_K = \rho_K S_K$, $d_K = \rho_K S_K b_K = c_K b_K$.

Система эта может быть решена следующим способом. При заданном значении потока I выбирается значение скорости w_1 , а затем из системы последовательно находятся $w_1', w_1'', w_2', w_2'', \dots, w_6'$:

$$\begin{cases} w_1' = \frac{I - c_1 w_1}{c_1'}; \\ w_2' = \frac{c_1 w_1 - c_2' w_2'}{c_2}; \\ w_3' = \frac{c_2 w_2 - c_3' w_3'}{c_3}; \\ w_4' = \frac{c_3 w_3 - c_4' w_4'}{c_4}; \\ w_5' = \frac{c_4 w_4 - c_5' w_5'}{c_5}; \\ I_6 = c_5 w_5 - c_6' w_6'; \end{cases} \begin{cases} w_1'' = \frac{c_1' w_1'}{c_1''}; \\ w_2'' = \frac{c_2' w_2' + c_1'' w_1''}{c_2''}; \\ w_3'' = \frac{c_3' w_3' + c_2'' w_2''}{c_3''}; \\ w_4'' = \frac{c_4' w_4' + c_3'' w_3''}{c_4''}; \\ w_5'' = \frac{c_5' w_5' + c_4'' w_4''}{c_5''}; \\ I_6'' = c_6' w_6' + c_5'' w_5''. \end{cases} \begin{cases} w_2' = \sqrt[3]{\frac{d'_1 w_1'^3 + d''_1 w_1''^3 - d_1 w_1^3}{d'_2}}; \\ w_3' = \sqrt[3]{\frac{d'_2 w_2'^3 + d''_2 w_2''^3 - d_2 w_2^3}{d'_3}}; \\ w_4' = \sqrt[3]{\frac{d'_3 w_3'^3 + d''_3 w_3''^3 - d_3 w_3^3}{d'_4}}; \\ w_5' = \sqrt[3]{\frac{d'_4 w_4'^3 + d''_4 w_4''^3 - d_4 w_4^3}{d'_5}}; \\ w_6' = \sqrt[3]{\frac{d'_5 w_5'^3 + d''_5 w_5''^3 - d_5 w_5^3}{d'_6}}. \end{cases}$$

Решая систему, будем определять величину потоков I_6 и I_6'' на выходе из сушилки, которые зависят от w_1 .

Меняя величину w_1 , находят такое значение, при котором выполняется условие: входящий поток равен выходящему:

$$I = I_6 + I_6''.$$

Пусть теперь $c_1, c_2, \dots, c_5 = c$, $c_1', c_2', \dots, c_6' = c'$, $c_1'', c_2'', \dots, c_5'' = c''$ и $d_1, d_2, \dots, d_5 = d$, $d_1', d_2', \dots, d_6' = d'$, $d_1'', d_2'', \dots, d_5'' = d''$, тогда:

$$\begin{cases} w_1' = I - \frac{c}{c'} w_1; \\ w_2' = w_1 - \frac{c'}{c} w_2'; \\ w_3' = w_2 - \frac{c'}{c} w_3'; \\ w_4' = w_3 - \frac{c'}{c} w_4'; \\ w_5' = w_4 - \frac{c'}{c} w_5'; \\ I_6 = c w_5 - c' w_6'; \end{cases} \begin{cases} w_1'' = \frac{c'}{c''} w_1'; \\ w_2'' = w_1'' + \frac{c'}{c''} w_2'; \\ w_3'' = w_2'' + \frac{c'}{c''} w_3'; \\ w_4'' = w_3'' + \frac{c'}{c''} w_4'; \\ w_5'' = w_4'' + \frac{c'}{c''} w_5'; \\ I_6'' = c' w_6' + c'' w_5''. \end{cases} \begin{cases} w_2' = \sqrt[3]{w_1'^3 + \frac{d''}{d'} w_1''^3 - \frac{d}{d'} w_1^3}; \\ w_3' = \sqrt[3]{w_2'^3 + \frac{d''}{d'} w_2''^3 - \frac{d}{d'} w_2^3}; \\ w_4' = \sqrt[3]{w_3'^3 + \frac{d''}{d'} w_3''^3 - \frac{d}{d'} w_3^3}; \\ w_5' = \sqrt[3]{w_4'^3 + \frac{d''}{d'} w_4''^3 - \frac{d}{d'} w_4^3}; \\ w_6' = \sqrt[3]{w_5'^3 + \frac{d''}{d'} w_5''^3 - \frac{d}{d'} w_5^3}. \end{cases} \quad (1)$$

При изучении и моделировании аэродинамики сушильных аппаратов с неподвижным продуваемым слоем материала основной интерес представляет направление потоков теплоносителя, поле скоростей теплоносителя со смесью паров испаряющейся влаги внутри слоя материала, а также аэродинамические параметры теплоносителя во всей сушильной установке. Управляя аэродинамическими характеристиками, можно оптимизировать процесс сушки по параметрам: время нахождения материала в сушильной установке, количество теплоносителя, необходимое для получения материала требуемой влажности.

Приведём примеры численного решения системы (1). Значения констант примем:

$c = 2$ кг/м, $c' = 1$ кг/м, $c'' = 2$ кг/м, $d = 0$, $d' = 1$, $d'' = 0$.

Таблица 1 – Численное решение с начальными данными: $I = 14$ кг/с, $w_1 = 6$ м/с

К	I_K , кг/с	w_K , м/с	I_K' , кг/с	w_K' , м/с	I_K'' , кг/с	w_K'' , м/с
1	12	6	2	2	2	1
2	10	5	2	2	4	2
3	8	4	2	2	6	3
4	6	3	2	2	8	4
5	4	2	2	2	10	5
6	2	-	2	2	12	-

Таблица 2 – Численное решение с начальными данными: $I = 24$ кг/с, $w_1 = 10$ м/с

К	I_K , кг/с	w_K , м/с	I'_K , кг/с	w'_K , м/с	I''_K , кг/с	w''_K , м/с
1	20	10	4	4	4	2
2	16	8	4	4	8	4
3	12	6	4	4	12	6
4	8	4	4	4	16	8
5	4	2	4	4	20	10
6	0	-	4	4	24	-

Выводы. На основании анализа решения можно сделать следующие выводы.

1. Приведенная модель показывает, что с помощью численного моделирования можно совершенствовать работу действующих промышленных сушильных установок камерного типа с неподвижным слоем дисперсного материала, в том числе, слоем кукурузных початков.

2. Математическая модель для аэродинамических расчётов стационарных сушильных установок камерного типа позволяет производить расчёт для камер с площадью 18-50 м² и высотой слоя кукурузы до 3 м.

3. Для уточнения коэффициентов сопротивления слоя кукурузы необходимо проводить замеры аэродинамических показателей теплоносителя на входе в слой кукурузы и на выходе из слоя. С помощью люков можно изменять площадь прохождения теплоносителя, что будет изменять сопротивление участка, что в свою очередь будет влиять на аэродинамические характеристики всей сушильной установки.

4. Более полно возможности моделирования могут быть использованы при проектировании новых сушильных установок с неподвижным слоем материалов, когда добавляется большой набор геометрических параметров, определяющих форму сушильных секций, а также места расположения и другие особенности ввода и вывода потока теплоносителя.

Библиография

1. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. М. : Недра, 1982. 223 с.
2. Атаназевич Н.И., Воронцов Г.О., Ивентьева О.В. Сушка семян кукурузы. М. : Агропромиздат, 1986. 235 с.
3. Ахметьянов И.Р., Бакиев И.Т. Способы и технические средства сушки кукурузы // Мат. XLII междунар. науч.-техн. конф. Челябинск, ЧГАУ, 2003. Часть 2. С. 400.
4. Андреева Е.В. Технология двухэтапной сушки зерна кукурузы // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2006. № 2. С. 528.
5. Бакиев И.Т. Интенсификация процесса сушки початков кукурузы : дис. канд. техн. наук. Уфа, 2005. 136 с.
6. Голубкович А.В., Скутнев В.И., Орехов А.П. Технология двухэтапной сушки зерна кукурузы // Техника в сельском хозяйстве. 2005. № 5. С. 34–35.
7. Гольдштик М.А. Процессы переноса в зернистом слое. 2-е изд., пер. и доп. Новосибирск : Изд-во ИТ СО РАН, 2005. 358 с.
8. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Под ред. М. О. Штейнберга. 3-е изд., пер. и доп. М. : Машиностроение, 1992. 672 с.
9. Курасов В.С., Кузнецов В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2013. 151 с.
10. Линькова Я.А., Соболева Д.В., Матушкин В.П. Исследование кинетики сушки кукурузы // Символ науки: международный научный журнал. 2023. № 1–1. С. 15–16.
11. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 7-е изд., испр. М. : Дрофа, 2003. 840 с.
12. Масалимов И.Х., Бакиев И.Т. О сушке початков кукурузы // Перспективы развития производства продовольственных ресурсов и рынка продуктов питания. Материалы международной научно-практической конференции (в рамках VIII международной специализированной выставки «ПродУрал-2002»). 2002. С. 296–298.
13. Пермяков В.Н. Повышение эффективности сушки зерна кукурузы путем совершенствования системы распределения агента сушки. дис. канд. техн. наук. Уфа, БГАУ, 2012. 163 с.
14. Тюрин И.Ю., Хитрова Н.В., Юлдашев В.Ю. Режимы сушки кукурузы // Наука и образование: достижения и перспективы. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 233–236.
15. Шонтуков А.М. Совершенствование технологии сушки, параметров и режимы работы конвективной сушилки при обработке гибридной кукурузы в початках : дис. канд. техн. наук. Нальчик, ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия имени В.М. Кокова», 2005. 179 с.

References

1. Al'tshul' A.D. Gidravlicheskiye soprotivleniya [Hydraulic resistances]. M. : Nedra, 1982. 223 s.
2. Atanazovich N.I., Vorontsov G.O., Ivent'yeva O.V. Sushka semyan kukuruzy [Drying corn seeds]. M. : Agropromizdat, 1986. 235 s.
3. Akhmet'yanov I.R., Bakiyev I.T. Sposoby i tekhnicheskiye sredstva sushki kukuruzy [Methods and technical means of drying corn] // Mat. XLII mezhhdunar. nauch.-tekhn. konf. Chelyabinsk, CHGAU, 2003. Chast' 2. S. 400.
4. Andreyeva Ye.V. Tekhnologiya dvukhetapnoy sushki zerna kukuruzy [Technology of two-stage drying of corn grain] // Inzhenerno-tekhnicheskoye obespecheniye APK. Referativnyy zhurnal. 2006. № 2. S. 528.
5. Bakiyev I.T. Intensifikatsiya protsessa sushki pochatkov kukuruzy [Intensification of the drying process of corn cobs] : dis. kand. tekhn. nauk. Ufa, 2005. 136 s.
6. Golubkovich A.V., Skutnev V.I., Orekhov A.P. Tekhnologiya dvukhetapnoy sushki zerna kukuruzy [Technology of two-stage drying of corn grain] // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2005. № 5. S. 34–35.
7. Gol'dshtik M.A. Protsessy perenosy v zernistom sloye [Transfer processes in the granular layer]. 2-e izd., per. i dop. Novosibirsk : Izd-vo IT SO RAN, 2005. 358 s.

8. Idel'chik I.Ye. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam [Handbook of hydraulic resistance]. Pod red. M. O. Shteynberga. 3-e izd., per. i dop. M. : Mashinostroyeniye, 1992. 672 s.
9. Kurasov V.S., Kutseyev V.V., Samurganov Ye.Ye. Mekhanizatsiya rabot v selektsii, sortoispytanii i pervichnom semenovodstve kukuruzy [Mechanization of work in selection, variety testing and primary seed production of corn]: monografiya. Krasnodar : KubGAU, 2013. 151 s.
10. Lin'kova Ya.A., Soboleva D.V., Matushkin V.P. Issledovaniye kinetiki sushki kukuruzy [Study of the kinetics of corn drying] // Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. 2023. № 1–1. S. 15–16.
11. Loytsyanskiy L.G. Mekhanika zhidkosti i gaza [Mechanics of liquid and gas]. 7-e izd., ispr. M. : Drofa, 2003. 840 s.
12. Masalimov I.Kh., Bakiyev I.T. O sushke pochatkov kukuruzy [About drying corn cobs] // Perspektivy razvitiya proizvodstva prodovol'stvennykh resursov i rynka produktov pitaniya. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (v ramkakh VIII mezhdunarodnoy spetsializirovannoy vystavki «ProdUral-2002»). 2002. S. 296–298.
13. Permyakov V.N. Povysheniye effektivnosti sushki zerna kukuruzy putem sovershenstvovaniya sistemy raspredeleniya agenta sushki [Increasing the efficiency of corn grain drying by improving the drying agent distribution system] : dis. kand. tekhn. nauk. Ufa, BG AU, 2012. 163 s.
14. Tyurin I.Yu., Khitrova N.V., Yuldashev V.Yu. Rezhimy sushki kukuruzy [Corn drying regimes] // Nauka i obrazovaniye: dostizheniya i perspektivy. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2019. S. 233–236.
15. Shontukov A.M. Sovershenstvovaniye tekhnologii sushki, parametrov i rezhimy raboty konvektivnoy sushilki pri obrabotke gibridnoy kukuruzy v pochatkakh [Improving drying technology, parameters and operating modes of a convective dryer when processing hybrid corn on the cob] : dis. kand. tekhn. nauk. Nal'chik, FGOUVPO «Kabardino-Balkarskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya imeni V.M. Kokova», 2005. 179 s.

Сведения об авторах

Горлов Александр Семенович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики, ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, Белгородская область, Россия, 308012, тел. +79205549189, e-mail: belgoras@mail.ru.

Аверьянов Георгий Николаевич, старший преподаватель кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, Белгородская область, Россия, 308012, тел. +79192231136, e-mail: averyanovgn@gmail.com.

Переверзев Никита Петрович, аспирант, ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, Белгородская область, Россия, 308012, тел. +79517658370.

Горлов Кирилл Александрович, оператор установок синтеза сверхтвёрдых материалов, ООО «Техсапфир», г. Белгород, Белгородская область, Россия, тел. +79056706565.

Information about authors

Gorlov Aleksandr Semenovich, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of higher mathematics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Tekhnological University named after V.G. Shukhov», ul. Kostyukova, 46, Belgorod, Belgorod region, Russia, 308012, tel. +79205549189, e-mail: belgoras@mail.ru.

Averyanov Georgy Nikolaevich, senior lecturer of the department of higher mathematics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Tekhnological University named after V.G. Shukhov», ul. Kostyukova, 46, Belgorod, Belgorod region, Russia, 308012, tel. +79192231136, e-mail: averyanovgn@gmail.com.

Pererverzev Nikita Petrovich, post-graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Tekhnological University named after V.G. Shukhov», st. Kostyukova, 46, Belgorod, Belgorod region, Russia, 308012, tel. +79517658370.

Gorlov Kirill Aleksandrovich, operator of installations for the synthesis of superhard materials, Techsapphire LLC, Belgorod, Belgorod region, Russia, tel. +79056706565.

УДК 378.2.014(470)

Э.В. Жалнин, А.Г. Пастухов

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Аннотация. В современной области знаний важно регулярно отслеживать отдельные этапы этого развития, выявляя как прогрессивные, так и негативные явления. Объект отслеживания – система подготовки научных кадров высшей квалификации по научной специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Разрабатываемые технологии и средства механизации сельского хозяйства во многом определяют количество и качество получаемой сельскохозяйственной продукции, обеспечивая продовольственную безопасность России. Проведен анализ открытой информации с сайтов ВАК при Минобрнауки РФ и elibrary.ru по защитах кандидатских и докторских диссертаций за 11 лет с 2012 по 2022 гг. Оценивали одиннадцать критериев: общее количество защищенных работ; общее количество защищенных работ в научно-исследовательских и образовательных организациях; количество работ по регионам РФ; тематика работ по 15 направлениям; общее количество публикаций, полученных патентов, выпущенных монографий, разработанных и зарегистрированных математических моделей, баз данных и программ для ЭВМ. Всего за отслеживаемый период защищено 874 диссертации, из которых 743 (85 %) кандидатские и 131 (15 %) докторские. Причем в научно-исследовательских организациях защищено 99 работ, а в образовательных – 775. Из 15 выбранных направлений в кандидатских диссертациях тематика преимущественно связана с совершенствованием технологий и машин – 15 %, а в докторских больше отражены транспортные работы и процессы – 15 %. На каждую кандидатскую диссертацию приходится 15-16 публикаций, а на докторскую – 74-75, патентов один-два и восемь-девять, соответственно, монографий – одна на три кандидатские диссертации и три-четыре на каждую докторскую диссертацию. Математические модели, базы данных и программы для ЭВМ представлены примерно в 1/3 (28 %) кандидатских и одна-две в каждой докторской диссертациях. Среди регионов России наиболее результативен по защитах диссертаций Центральный федеральный округ. Несмотря на ряд неудачных реформ наука и образование в РФ продолжают развиваться, способствуя продовольственной и интеллектуальной независимости страны.

Ключевые слова: информация, анализ, подготовка научных кадров, кандидат наук, доктор наук, публикации.

ANALYSIS OF THE MODERN SYSTEM OF TRAINING OF HIGHLY QUALIFIED SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL PERSONNEL IN RUSSIA

Abstract. In the modern field of knowledge, it is important to regularly monitor individual stages of this development, identifying both progressive and negative phenomena. The tracking object is a system for training highly qualified scientific personnel in the scientific specialty 05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization. The developed technologies and means of agricultural mechanization largely determine the quantity and quality of agricultural products received, ensuring food security in Russia. An analysis of open information from the websites of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of the Russian Federation and elibrary.ru on the defense of candidate and doctoral dissertations for 11 years from 2012 to 2022 was carried out. Eleven criteria were evaluated: the total number of protected works; the total number of protected works in research and educational organizations; number of works by regions of the Russian Federation; topics of work in 15 areas; total number of publications, obtained patents, issued monographs, developed and registered mathematical models, databases and computer programs. In total, 874 dissertations were defended during the monitored period, of which 743 (85 %) were candidate and 131 (15 %) doctoral. Moreover, 99 works are protected in research organizations, and 775 in educational organizations. Of the 15 selected areas in candidate dissertations, the topic is mainly related to the improvement of technologies and machines – 15 %, and in doctoral ones transport works and processes are more reflected – 15 %. For each candidate dissertation there are 15-16 publications, and for a doctoral dissertation – 74, patents 1-2 and 9, respectively, monographs – 1 for three candidate dissertations and 2-3 for each doctoral dissertation. Mathematical models, databases and computer programs are represented in about 1/3 (28 %) of candidate and 16 in each doctoral dissertation. Among the regions of Russia, the Central Federal District is the most productive in defending dissertations. Despite a number of unsuccessful reforms, science and education in the Russian Federation continues to develop, contributing to the country's food and intellectual independence.

Keywords: information, analysis, training of scientific personnel, candidate of sciences, doctor of sciences, publications.

Введение. Национальный суверенитет и безопасность любого государства зависит от уровня развития отраслей народного хозяйства. Ведущую роль играет здесь интеллектуальная независимость государства, которая формируется на базе патриотического воспитания, системного образования и научных достижений. Эта составляющая суверенитета государств, как и все остальные, имеет свою историю, которая насыщена событиями и достойна изучения и периодического отслеживания на разных этапах ее развития. Россия за многие века внесла весомый вклад в мировую практику достижения интеллектуальной независимости. Многие наши педагоги, создатели образовательных учреждений и ученые имеют мировую славу, у них учатся, пытаются подражать. Становление и развитие этой отрасли народного хозяйства в России имеет многовековую историю. Начиная со средневековья, в этом сыграли большую роль церковно-приходские школы. В эпоху Ивана Грозного стало развиваться обучение ремеслу. Петр Первый и Екатерина Великая еще дальше развернули ремесленные училища, а затем ввели университетское образование, открыли военные и морские училища. Особенно развились различные виды специализации обучения, применительно к различным отраслям промышленности и другим отраслям народного хозяйства. В 1909 году в Санкт-Петербурге было впервые создано Бюро сельскохозяйственных машин по решению Ученого Комитета Министерства земледелия России. С 1925–1935 годов XIX века в России стала активно внедряться многоступенчатая система образования и подготовки кадров высокой квалификации. В основу было положено десятилетнее школьное общее образование, затем выпускник школы мог продолжить обучение в специализированных техникумах или поступить в высшее учебное заведение (ВУЗ). Техникумы и ВУЗы были основными поставщиками специалистов для всех отраслей народного хозяйства. Желающие посвятить себя науке поступали в аспирантуру, а затем в докторантуру. Это были годы массового открытия техникумов, ВУЗов и научно-исследовательских институтов (НИИ). В 1929 г. создана Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук и леса (ВАСХНИЛ), которая сыграла колоссальную роль в укреплении фундамента

организации сельскохозяйственных наук в стране. Затем учреждена Высшая аттестационная комиссия (ВАК), утверждены паспорта по научным специальностям, созданы специализированные диссертационные советы. Началась плановая подготовка научных и научно-педагогических работников высшей квалификации – кандидатов и докторов наук.

В настоящее время федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства России на 2017-2030 гг. наряду с другими поставлены задачи, которые активно перекликаются с рассматриваемой проблемой, в частности, создание и внедрение отечественных технологий, обеспечивающих разработку, создание и производство современной высокопроизводительной сельскохозяйственной техники и оборудования, а также подготовка кадров для подотраслей сельского хозяйства и привлечение молодых специалистов, ориентированных на быструю адаптацию к требованиям научно-технического прогресса. Решение данных задач непосредственно связано с проведением научных прикладных исследований и подготовкой научных и научно-педагогических кадров как для проведения научных исследований, так и для подготовки квалифицированных инженерно-технических кадров для отраслей сельского хозяйства.

Для оценки системы подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации мы выбрали важнейшую для суверенитета государства научную специальность в рамках обеспечения продовольственной безопасности страны, связанную с созданием технологий и средств механизации в сельскохозяйственном производстве (05.20.01 Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве, технические и сельскохозяйственные науки – по номенклатуре научных специальностей до 16 октября 2022 года). Анализ развития этой системы ранее представлен в печати, однако носит фрагментарный характер. Особенно это важно сейчас, когда Россия находится под целым пакетом санкций со стороны недружеских стран и при проведении специальной военной операции на Украине. Ряд реформ в науке также были не совсем удачны.

Анализ последних исследований. В соответствии с данными исследователей на основе отчетов в Минобрнауки РФ (за период 2010-2022 гг.) по критерию количества исследователей, получивших ученую степень кандидата или доктора наук после обучения в аспирантуре или докторантуре, отмечаются следующие тенденции снижения эффективности подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в России [1, 2]:

1) с 2010 г. рост абсолютной численности докторов и кандидатов наук затормозился, соотношение исследователей с учеными степенями практически не меняется – в 2020 г. насчитывалось 74649 кандидатов наук (21,5 %), а в 2010 г. – 78325 чел. (21,9 %), в 2000 г. – 83962 (19,7 %);

2) снижение общего числа защит кандидатских диссертаций составляет в среднем 9 % в год, в частности, за указанный период зафиксировано уменьшение на 30 % численности обучающихся в аспирантуре, сокращение доли выпуска к приему в аспирантуру в 2022 г. до уровня менее 50 %;

3) дефицит компетентных научных руководителей обусловлен снижением с 597 до 213 численности организаций, имеющих на своей базе докторантуру, в частности, в 2022 г. прием в докторантуру составил 340 чел., напротив в 2012 г. – 1632 чел., при этом численность докторантов в течение 13 лет с 2000 по 2013 г. превышала 4000 человек, а к 2016 г. снизилась до 921 чел., в 2022 г. составила 888 чел.;

4) защиты докторских диссертаций снизились с 394 чел. в 2012 г. до 77 чел. в 2022 г., отмечено снижение численности профессорско-преподавательского состава с 356,8 т. чел. в 2010/11 учебном году до 223,1 т. чел. в 2020/2021 учебном году: из них кандидатов наук с 185,5 т. чел. до 129,6 т. чел., а докторов наук – с 44 т. чел. до 35 т. чел., лиц с ученым званием профессора с 35,8 т. чел. до 23,7 т. чел. и доцента с 115,7 до 84,8 т. чел.

С другой стороны, комплексный структурно-динамический анализ в системе мониторинга научных исследований и разработок в российской Федерации за 2010-2020 гг. [3] показал, что практически за 11 лет структура затрат на науку в РФ не изменилась, затраты в целом по России возросли в 2,2 раза, что составило 601882,8 млн руб. с ежегодным приростом 60,2 млн руб. или 8,3 %, при этом структура затрат имеет следующий характер: на фундаментальные исследования приходится в среднем 19 %, на прикладные исследования – 19...20 %, на разработки – 61...62 %. С 2020 г. по сравнению с 2010 г. наблюдается рост затрат на научные исследования и разработки, направленные на развитие экономики на 3,1 %, на социальные цели – на 1,2 %, по остальным направлениям выявлено снижение уровня внутренних затрат или их постоянство. Так, например, в 2020 г. по сравнению с 2015 годом в России отмечен прирост объемов финансирования научных исследований и разработок на 32,6 % или на 204723,1 млн руб. с ежегодным приростом в 40944,62 млн руб. или на 5,8 % [2, 3]. Кроме того, из показателей динамики за 2015-2020 гг. в России отмечено: снижение числа исследователей, в целом за указанный период на 1,8 % или на 6582 чел., уменьшение числа кандидатов наук на 2,2 % или на 1767 чел., а докторов наук – на 2,7 % или на 715 человек. За рассматриваемый период 2015-2020 гг. в России численность НИИ не изменилась и составила 4175 организаций [2, 3].

Также авторами исследования [4] отмечаются следующие тенденции снижения эффективности подготовки научных и научно-педагогических кадров в России в 2010-2021 гг.: 1) сокращение общей численности аспирантов на 43 % т.е. составляет 90156 чел.; 2) наибольшая доля аспирантов и докторантов сконцентрирована в ВУЗах 87 % и 92 %, соответственно; 3) число успешных защит кандидатских диссертаций сократилось с 9611 до 1500 (на 85 %); 4) общая численность докторантов уменьшалась с 4418 до 932 чел. (на 79 %), при этом прием в докторантуру сократился с 1650 до 210 чел. (на 83 %).

Откуда следует, что по стране прием в аспирантуру в год составляет примерно 329 чел. на регион, а в докторантуру – 2-3 человека на регион, при том, что доля успешных защит докторантов сократилась с 28,5 % до 10,5 %, в т.ч. в ВУЗах – с 30,3 до 11,0 % [4].

Дальнейший углубленный анализ показывает, что наибольшая доля успешных защит приходится на химические, сельскохозяйственные, медицинские и технические науки, а доля успешных защит диссертаций с выпуском из докторантуры по направлениям подготовки (в процентах свыше 50,0 %) приходится на следующие направления подготовки: химические технологии – 66,7 %; клиническая медицина – 66,7 %; ветеринария и зоотехния – 55,6 %; физико-химическая биология; транспортное, горное и строительное машиностроение; искусствоведение; социология – по 50 %. Это подтверждает наличие и стабильную работу научных школ [1, 4].

Сравнительный анализ представленных данных приводит к противоречивым выводам: с одной стороны, отмечен устойчивый рост инвестиций на развитие российской науки, а с другой стороны, фиксируется тенденция снижения обеспечения деятельности ВУЗов и НИИ кадрами высшей квалификации. Однако и в этой ситуации имеются примеры обеспечения надлежащего уровня подготовки кадров высшей квалификации в различных областях исследования и отраслях народного хозяйства [5-9].

В частности, авторы [5] приводят результаты анализа подготовки кадров высшей квалификации в 2018-2020 годах в области машиностроения, который показал, что наиболее качественно в исследованиях решаются задачи разработки технологий создания специализированных материалов, обладающих градиентно-ориентированными физико-механическими характеристиками; композиционных материалов и защитных покрытий с применением наноразмерных легирующих и модифицирующих материалов; полимерных материалов и технологий; перспективны разработки методик оценки при испытаниях на долговечность стальных конструкций при их циклических нагружениях. Авторами отмечено, что большая часть диссертационных работ выполнена в ВУЗах и НИИ, а на современном производстве доля существенно ниже, что не позволяет использовать этот потенциал шире.

В области селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений при подготовке кадров высшей квалификации [6] с учетом современных требований к селекции и семеноводству кормовых культур необходимо шире внедрять сетевые образовательные программы: ВУЗам следует активно создавать на базе научных организаций кафедры по практической подготовке аспирантов, а научным организациям позволит оптимизировать учебно-методическое сопровождение образовательного процесса.

Вместе с тем, действенным средством обеспечения стабильного уровня воспроизводства кадров высшей квалификации является сохранение и развитие научных школ на базе длительно существующих диссертационных советов [7].

Другой пример нового подхода [8], в 2019 г. в Белгородской области на базе НИУ БелГУ создан научно-образовательный центра (НОЦ) мирового уровня «Инновационные решения в АПК», что стало результатом последовательной экономической политики региона по укреплению позиций в экономическом и социокультурном пространстве России. Стратегическая цель создания НОЦ – формирование условий для ускоренной разработки и освоения технологий мирового уровня, успешное решение кадровых и исследовательских задач с целью обеспечения перехода страны и региона к высокопродуктивному и экологически безопасному аграрному хозяйству и увеличению доли высокотехнологичной продукции в АПК. Необходимым условием для достижения этой цели является обеспеченность кадровым потенциалом высокого уровня, на основе совершенствования системы подготовки профессиональных кадров и дополнительного профессионального образования для АПК, ориентированной на быструю адаптацию к вызовам и требованиям научно-технологического развития России.

С целью активизации процесса подготовки кадров высшей квалификации в Белорусском государственном педагогическом университете [9] предложили внедрение реверсивной технологии планирования методических исследований по математике и методике преподавания математики на основе следующих принципов: 1) в качестве основы берётся перспективная тема кандидатской диссертации; 2) прорабатываются исследовательские элементы диссертации, соответствующие уровням магистерской и бакалаврской выпускной квалификационной работ, а также курсовому проекту; 3) темы курсовых проектов и работ варьируются и предлагаются всем студентам 1-3 курсов; 4) далее работа ведётся с теми студентами, которые заинтересовались темой и выполнили соответствующие задания на творческом уровне.

Таким образом, возможности по обеспечению уровня подготовки кадров высшей квалификации имеются, характеризуются разнообразием, носят как фундаментальный, так и прикладной характер.

Цель исследований – провести критериальную оценку подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации по научной специальности 05.20.01 - Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве, технические и сельскохозяйственные науки.

Материал и методы исследования. Применены методы элементарного статистического анализа открытой информации с сайта ВАК при Минобрнауки РФ и elibrary.ru по защитам кандидатских и докторских диссертационных работ за период 11 лет с 2012 по 2022 гг. Анализ проведен по одиннадцати критериям: общее количество защищенных работ; количество защищенных работ в НИИ и ВУЗах страны (отдельно кандидатские и докторские работы); распределение защищенных работ по регионам РФ; тематика работ по 15 направлениям; общее количество публикаций, в том числе по кандидатским и докторским диссертациям; количество полученных патентов, опубликованных монографий, разработанных и зарегистрированных математических моделей, программ для ЭВМ и баз данных.

Результаты и обсуждение. Основные сведения по критериям количественной оценки системы подготовки кадров высшей квалификации на основе базового образования 35.03.06 Агроинженерия, уровень образования – бакалавриат, и 35.04.06 Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Уровень образования – магистратура, приведены в таблицах 1-11, при этом не выделяются защиты диссертации после окончания аспирантуры или в виде соискательства.

Таблица 1 – Динамика защит диссертаций по годам

№ стр.	Год	Ученая степень	
		кандидат наук	доктор наук
1	2012	77	12
2	2013	119	18
3	2014	48	11
4	2015	71	10
5	2016	78	8
6	2017	73	17
7	2018	66	19
8	2019	45	4
9	2020	40	8
10	2021	54	10
11	2022	67	14
Всего		743	131

Статистическая обработка данных по таблице 1 показала, что кандидатских диссертаций защищено 743 работ, а докторских диссертаций – 131, что составляет в общем 874 работы при соотношении 85 % кандидатских и 15 % докторских работ, то есть докторских в 5,67 раз меньше. При этом в среднем за год кандидатских диссертаций защищалось 67-68 работ, а докторских – 11-12 работ, в том же процентном соотношении. По кандидатским диссертациям наиболее насыщенным был

2013 год – 119 работ, а по докторским 2018 год – 19 работ. Кандидатских диссертаций меньше всего защищено в 2020 году – 40, а докторских в 2019 г. – 4. Такую большую разницу в количестве защит еще предстоит изучить и объяснить. Возможно, это результат отсутствия какой-либо планомерности в защитах, или сказались постоянные изменения требований к диссертациям, закрытие некоторых диссертационных советов или их объединение. Нельзя также не отметить, что с некоторых пор научного работника обязали самому оплачивать свои статьи. Абсурд! Ученый в своих статьях несет новые знания людям и за эти знания ему надо выплачивать гонорар. Это цивилизованно, это правильно. Кто же придумал такую кару российскому ученому – платить за свои статьи? И вот результат. Почти на 150 млн человек за 11 лет подготовлено менее 900 научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации. Образовался острый дефицит кадров такого уровня. Это во многом стало причиной объединения кафедр в ВУЗах, закрытия ряда НИИ или их слияния в различные научные центры.

Анализ распределения защит диссертаций по ВУЗам и НИИ (таблица 2) показал, что что кандидатов наук ВУЗы подготавливают в 8,1 раз больше, а докторов наук – почти в 6,7 раза, чем в НИИ. Как же так? НИИ обязаны разрабатывать новые технологии и технические средства, то есть обеспечивать промышленность новыми идеями и создавать условия для технического прогресса, а выходит, что для этого сил и финансового обеспечения НИИ явно не хватает. И это в ведущей специальности, обеспечивающей продовольственную безопасность страны! Выявлять подобные негативы и их исправлять – это тоже способ защищать свою Родину.

Таблица 2 – Распределение защит по видам учреждений (НИИ/ВУЗ)

Годы	НИИ		ВУЗ	
	Кандидатские диссертации	Докторские диссертации	Кандидатские диссертации	Докторские диссертации
2012	6	2	71	10
2013	20	1	99	17
2014	10	2	38	9
2015	7	1	64	9
2016	5	1	73	7
2017	6	1	67	16
2018	1	-	65	19
2019	2	1	43	3
2020	4	3	36	5
2021	9	4	45	6
2022	12	1	55	13
Всего	82	17	661	114
	99		775	

Анализ распределения защит диссертационных работ по федеральным округам (таблица 3) показал, что докторских работ по специальности 05.20.01 в НИИ защищено всего 17 работ за 11 лет, из которых 10 (62,5 %) защищены в Центральном федеральном округе РФ и по три в Приволжском и Сибирском федеральных округах. В остальных регионах не было защит, то есть в восьми федеральных округах РФ не подготовлено ни одного доктора наук. На основании данных таблицы 4 отмечаем, что по докторским работам ВУЗы существенно лидируют почти во всех федеральных округах (СКФО – исключение). Первенство имеет Центральный федеральный округ – 42 % докторских работ, затем Приволжский – 24 (20 %) и Южный – 20 (17 %).

Из таблицы 5 следует, что в НИИ за 11 лет защищено 83 кандидатских диссертации по специальности 05.20.01. Лидирует также Центральный федеральный округ – 41 % работ, затем Приволжский ФО – 39 % и Сибирский ФО – 20 %. В остальных регионах защит диссертаций в НИИ не было. Это негативный факт для развития науки в этих регионах.

По защищенным в ВУЗах кандидатским диссертациям (таблица 6) ситуация более разнообразная по сравнению с защитой кандидатских работ в НИИ. По таблице 5 только в трех регионах из восьми были защиты кандидатских диссертаций в НИИ, а ВУЗах – в семи из восьми (СКФО – исключение). Лидирует также Центральный ФО – 31 %, затем Приволжский ФО – 30 % и Южный ФО – 21 %.

В целом анализ системы подготовки научных кадров в регионах РФ показывает, что ряд регионов очень мало готовят докторов наук – чаще всего СЗФО, ЮФО, СКФО, УФО, ДФО. Из общей системы выпадает только СКФО. Наибольшее количество работ защищено в ЦФО РФ.

Таблица 3 – Защита докторских диссертаций в НИИ по федеральным округам

№ стр.	Год	Федеральные округа РФ							
		ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
1	2012	2	-	-	-	-	-	-	-
2	2013	1	-	-	-	-	-	-	-
3	2014	-	-	-	-	-	-	1	-
4	2015	1	-	-	-	-	-	-	-
5	2016	1	-	-	-	-	-	-	-
6	2017	-	-	-	-	1	-	-	-
7	2018	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2019	1	-	-	-	-	-	-	-
9	2020	1	-	-	-	1	-	1	-
10	2021	2	-	-	-	1	-	1	-
11	2022	1	-	-	-	-	-	-	-
Итого		10 (65 %)	-	-	-	3	-	3	-

Таблица 4 – Защита докторских диссертаций в ВУЗах по федеральным округам

№ стр.	Год	Федеральные округа (регионы) РФ							
		ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
1	2012	5	-	1	-	2	1	-	-
2	2013	6	-		-	4	2	2	1
3	2014	3	-	3	-	2	1	-	1
4	2015	3	1	1	-	4	-	1	1
5	2016	3	-		-	1	-	2	2
6	2017	5	1	3	-	5	-	1	1
7	2018	7	1	5	-	1	-	1	3
8	2019	2	-		-	1	-	-	-
9	2020	4	-	1	-	2	-	-	-
10	2021	4	-	1	-	1	-	-	-
11	2022	7	-	5	-	1	-	-	-
Итого		49 (42 %)	3	20	-	24	4	7	9

Таблица 5 – Защита кандидатских диссертаций в НИИ по федеральным округам

№ стр.	Год	Федеральные округа РФ							
		ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
1	2012	3	-	-	-	-	-	3	-
2	2013	6	-	-	-	8	-	6	-
3	2014	4	-	-	-	4	-	2	-
4	2015	4	-	-	-	2	-	1	-
5	2016	4	-	-	-	1	-	-	-
6	2017	1	-	-	-	5	-	-	-
7	2018	1	-	-	-	-	-	-	-
8	2019	2	-	-	-	-	-	-	-
9	2020		-	-	-	2	-	2	-
10	2021	3	-	-	-	4	-	3	-
11	2022	6	-	-	-	4	-	2	-
Итого		34 (41 %)	-	-	-	30 (39 %)	-	19 (20 %)	-

Распределение тематики исследований в диссертационных работах в рамках научной специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства представлено в таблице 7.

Таблица 6 – Защита кандидатских диссертаций в ВУЗе по федеральным округам

№ стр.	Год	Федеральные округа РФ							
		ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
1	2012	22	-	21	-	19	6	2	2
2	2013	29	9	18	-	29	4	5	5
3	2014	4	3	4	-	17	2	5	3
4	2015	14	5	11	-	24	2	6	2
5	2016	25	1	18	-	25	-	1	3
6	2017	19	2	13	-	21	3	4	5
7	2018	21	3	13	-	17	2	6	3
8	2019	19	-	3	-	18	1	-	2
9	2020	12	-	11	-	10	1	1	1
10	2021	20	-	8	-	10	2	-	5
11	2022	19	-	18	-	11	1	-	6
Итого		204 (31 %)	23	138 (21 %)	-	201 (30 %)	24	30	37 (7 %)

Таблица 7 – Распределение диссертационных работ по темам в рамках специальности 05.20.01

№ стр.	Тема, направление	Кандидатские диссертации	Докторские диссертации
1	Растениеводство	57	9
2	Животноводство	61	10
3	Энергетика	29	7
4	Исходный материал, сырье, растения, объект исследования	30	3
5	Общетеоретические проблемы. Моделирование, цифровизация	49	12
6	Посев / посадка сельскохозяйственных культур	39	8
7	Уход растениями	41	5
8	Внесение удобрений	32	5
9	Уборка урожая	39	5
10	Послеуборочная обработка урожая	47	4
11	Общехозяйственные проблемы	21	11

12	Контроль качества работы, операций, процессов и т.п.	61	9
13	Транспортные работы и процессы	58	19
14	Автоматизация и роботизация	68	7
15	Совершенствование технологий и машин	111	14

В рамках специальности 05.20.01 было выявлено 15 направлений тематики диссертационных работ. Распределение работ по темам представляет большой интерес для выявления основных современных трендов. Из таблицы 7 следует, что кандидатские работы больше всего были направлены на совершенствование технологии и машин – 111 (15 %) из 743, а докторские работы, как ни странно, направлены были больше всего на решение транспортных проблем и связанных с ним процессов – 19 (15 %) из 128. Важно отметить, что докторские диссертации довольно часто направлены на решение общетеоретических проблем, моделирование процессов и цифровизацию сельскохозяйственного производства – 12 (9 %) из 128, а также совершенствование технологий и машин – 14 (11 %) из 128.

С целью оценки публикационной активности диссертантов следует рассмотреть распределение количества публикаций в диссертационных работах (таблица 8). В разные периоды количество публикаций разное и систематизации не подлежит.

Следует отметить, что за период с 2012 по 2022 года публикационная активность диссертантов значительно повысилась. Если в 1960-1985 гг. XX века на каждую кандидатскую работу приходилось 10 публикаций, то сейчас – 15-16, а на докторскую приходилось 50 публикаций, то сейчас – 74-75 публикаций. Конечно, это в среднем, отклонения по годам могут быть больше, главное все же содержание.

Таблица 8 – Распределение количества публикаций по диссертационным работам

№ стр.	Годы	Кандидаты наук	Доктора наук
1	2012	528	656
2	2013	372	625
3	2014	504	591
4	2015	540	697
5	2016	816	717
6	2017	1217	906
7	2018	1364	1198
8	2019	1595	1223
9	2020	1826	1078
10	2021	2299	1264
11	2022	713	491
Всего		11774	9716
В среднем на одну диссертацию		15,8	74,2

Патентование практических результатов выполняемой диссертационной работы имеет большое значение для подтверждения их научной и технической новизны и дает возможность претендовать на мировой уровень выполненных исследований. Анализ динамики защит диссертаций по годам (таблица 1) и распределения патентов в диссертационных работах по годам (таблица 9) показывает, что на каждую кандидатскую работу приходится в среднем один-два патента, а на каждую докторскую в среднем – восемь-девять патентов.

Таблица 9 – Динамика количества патентов по результатам исследований по годам

№ стр.	Годы	Кандидаты наук	Доктора наук
1	2012	93	65
2	2013	147	73
3	2014	69	79
4	2015	84	95
5	2016	96	126
6	2017	87	142
7	2018	104	179
8	2019	93	128
9	2020	72	153
10	2021	79	115
11	2022	42	12
Всего		966	1167
В среднем на одну диссертацию		1,3	8,9

При анализе данных по распределению монографий по результатам исследований в диссертационных работах (таблица 10) прежде всего следует отметить, что критерий количества монографий в 1970-1995 годах XX века по нашим данным не представлял особого интереса. И вообще издание монографий в ходе выполнения диссертационных работ было редким событием. Сейчас ситуация изменилась в лучшую сторону, что свидетельствует о масштабности выполняемых работ, их информационной насыщенности. На три-четыре кандидатские диссертации по специальности 05.20.01 обязательно приходится одна монография, а по докторской диссертации (таблицы 1 и 10) – две-три монографии.

Распределение разработанных и зарегистрированных математических моделей, баз данных и программ для ЭВМ с целью компьютерных многовариантных расчетов эффективности создаваемых технологий и машин представлено в таблице 11.

Из анализа таблиц 1 и 11 следует, что только примерно треть кандидатских диссертаций содержит зарегистрированный алгоритм и компьютерные программы расчетов, а в докторских работах обязательно приходится один-два объекта на одну диссертацию. Наличие такой интеллектуальной составляющей в диссертационных работах очень важно при проектировании как технических средств, так технологий производственных сельскохозяйственных процессов.

Таблица 10 – Динамика публикации монографий с результатами исследований по годам

№ стр.	Годы	Кандидаты наук	Доктора наук
1	2012	23	38
2	2013	31	44
3	2014	19	48
4	2015	16	32
5	2016	29	37
6	2017	32	51
7	2018	18	59
8	2019	22	41
9	2020	25	27
10	2021	17	31
11	2022	9	3
Всего		241	411
В среднем на одну диссертацию		0,32	3,1

Таблица 11 – Динамика регистрации математических моделей, баз данных и программ для ЭВМ

№ стр.	Годы	Кандидаты наук	Доктора наук
1	2012	19	18
2	2013	13	21
3	2014	21	19
4	2015	11	17
5	2016	24	19
6	2017	17	25
7	2018	27	32
8	2019	33	34
9	2020	23	28
10	2021	14	21
11	2022	3	2
Всего		205	236
В среднем на одну диссертацию		0,3	1,8

Таким образом, получив количественную оценку эффективности подготовки кадров высшей квалификации по научной специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства за период 2012-2022 гг. следует отметить некоторые основные направления мероприятий по выходу из сложившегося положения, что в перспективе может быть реализовано применительно к научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса [9-13]:

- 1) определение тенденций развития как тематического, так и содержательного характера диссертаций с учетом соотношения с научно-производственной и научно-методической оснащенности исследовательской базы ВУЗов и НИИ;
- 2) профессионально-личностная мотивация как для поступления в аспирантуру и подготовки диссертации, так и для научного руководства, с созданием возможности научной работы, в частности, обеспечения достаточного рабочего времени, особенно в ВУЗах;
- 3) преемственность и практико-ориентированность программного и тематического содержания при ступенчатой подготовке кадров среднего профессионального образования, бакалавриата, магистратуры и аспирантуры;
- 4) развитие и углубление исследовательски-ориентированной модели реализации аспирантуры с образовательной составляющей, фиксированной на сдаче «кандидатского минимума»;
- 5) обеспечение условий эффективного развития аспирантуры на основе развитой исследовательской инфраструктуры и комфортных условий для экспериментальных исследований, наличие реальных механизмов финансовой поддержки экспериментальных исследований, создание и поддержка реальных научных школ;
- 6) региональная административная и производственная поддержка научных школ с обеспечением хоздоговорной тематики по приоритетным направлениям развития региона и научных школ на уровне госзаказа.

В столице Республики Татарстан в г. Казань 08-09 июня 2023 г. прошел первый международный форум под девизом «Формируя будущее». Встретились министры образования более 30 стран. Приняли участие и многочисленные представители системы образования стран. Было зарегистрировано более 100 иностранных гостей. На форуме обсуждались разнообразные вопросы, связанные с новыми технологиями образования, цифровизации учебного процесса, повышением качества образования, развития профессиональных навыков и компетенций учащихся. На форуме особо отмечено, что сегодня во всем мире имеется дефицит квалифицированных кадров. Все сошлись в едином мнении, что вложения в образование – это вклад в будущее. По всем обсуждаемым вопросам проведены дискуссии и приняты соответствующие решения. По нашему мнению, следующий форум должен быть посвящен развитию науки и системы подготовки научных кадров высшей квалификации под девизом «Развитие науки – это гарантия прогресса».

Выводы. На основании обобщения статьи можно сделать следующее заключение.

1. Несмотря на многочисленные антироссийские санкции и трудности решения проблем внешней и внутренней политики в России целенаправленно ведется подготовка научных кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук по специальности 05.20.01, которая связана с разработкой технологий и технических средств сельскохозяйственного производства, хотя и в меньших масштабах, чем это требуется.

2. За 2012-2022 гг. (11 лет) подготовлено 874 научных и научно-педагогических кадр высшей квалификации, из которых 743 (85 %) кандидатов и 131 (15 %) докторов наук.

3. Намечился острый дефицит научных работников высшей квалификации, при этом проведено объединение учебных инженерных специальностей и специализированных кафедр в ВУЗах, а также научных лабораторий в НИИ.

4. В НИИ защищено 82 кандидатские диссертации и 17 докторских, в ВУЗах соответственно – 661 и 114 диссертаций. В ВУЗах кандидатские диссертации подготовлено в 8,1 раз больше, чем в НИИ и, соответственно, – в 6,7 раз больше докторских.

5. Выявлено неравномерное распределение защит диссертаций по регионам страны. Лидерами по защите докторских диссертаций в НИИ являются Центральный ФО – 10 работ (62 %), а также Приволжский ФО и Сибирский ФО – по три работы. География защит докторских работ в ВУЗах более разнообразна. Из восьми выбранных регионов только один регион не имеет защит. По остальным регионам лидируют Центральный ФО – 49 работ (42 %), Приволжский ФО – 24 (20 %) и Южный ФО – 20 (17 %). По кандидатским работам, защищенным в НИИ, лидерами являются Центральный ФО – 34 работы (41 %), Приволжский ФО – 30 (39 %) и Сибирский ФО – 19 (20 %). По кандидатским работам, защищенным в ВУЗах, лидерами являются Центральный ФО – 204 работы (31 %), Приволжский ФО – 201 (30 %) и Южный ФО – 138 (21 %), всего защищено 657 кандидатских диссертаций.

6. Из 15 выбранных направлений диссертационных тем по кандидатским работам лидируют темы, связанные с совершенствованием технологий и машин – 111 (15 %), а по докторским работам лидируют темы, связанные с транспортными работами и процессами – 19 (15 %), по тематике совершенствования технологий и машин – 14 (11 %).

7. Значительно возросла публикационная и патентная активность диссертантов. На одну кандидатскую диссертацию приходится 15-16 публикаций, а на докторскую – 74-75 и, соответственно, один-два и восемь-девять – патентов. На каждые три кандидатские диссертации приходится одна монография, а на одну докторскую диссертацию приходится две-три монографии. Возрос интерес к разработке математических моделей, баз данных и компьютерных программ для ЭВМ.

8. Для повышения эффективности системы подготовки научных кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов технических и сельскохозяйственных наук по специальности 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (в новой номенклатуре научных специальностей после 16 октября 2022 г. – 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса) необходима специальная комплексная программа мероприятий федерального и регионального уровня, и прежде всего, укрепление ее исследовательской материально-технической базы НИИ и ВУЗов.

9. Рекомендуется продолжить статистический анализ результатов системы подготовки научных кадров высшей квалификации по другим научным специальностям агропромышленного комплекса, чтобы в целом оценить уровень интеллектуальной безопасности РФ и принять соответствующие правительственные и общественные решения.

Библиография

1. Результативность института аспирантуры в контексте комплексного регулирования процесса подготовки научно-педагогических кадров: современное состояние и необходимость новых подходов / С. И. Пахомов, М. П. Петров, Я. П. Лобачевский [и др.] // Управление наукой и наукометрия. – 2024. – Т. 19, № 2. – С. 242–295. – DOI 10.33873/2686-6706.2024.19-2.242-295. – EDN EMPPFJ.

2. Пипия Л.К., Чистякова В.Е. Социально-экономические проблемы развития кадрового потенциала науки. – М.: Институт проблем развития науки РАН, 2022. – 180 с. DOI: <https://dx.doi.org/10.37437/9785912941740-22-m2>.

3. Архангельская Л.Ю. Комплексный структурно-динамический анализ в системе мониторинга научных исследований и разработок в российской Федерации за 2010-2020 гг. / Л. Ю. Архангельская // Наука в инновационном процессе : Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 01–02 декабря 2021 года. – Москва : ФГБУН Институт проблем развития науки РАН, 2021. – С. 123–131. – EDN UWTPTC.

4. Кузнецова А.Р. Тенденции подготовки кадров высшей квалификации в Российской Федерации / А. Р. Кузнецова, А. И. Ахметьянова, А. И. Кузнецов // Siberian Socium. – 2023. – Т. 7, № 1(23). – С. 71–87. – DOI 10.21684/2587-8484-2023-7-1-71-87. – EDN PRSTKT.

5. Басинюк В.Л. Подготовка кадров высшей квалификации в области машиностроения / В. Л. Басинюк, В. Л. Соломахо // Механика машин, механизмов и материалов. – 2022. – № 1(58). – С. 83–90. DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2022-1-58-83-90>.

6. Думачева Е.В. Подготовка кадров высшей квалификации по специальности «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений»: основные вызовы и задачи / Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Теория и практика адаптивной селекции растений (Жученковские чтения VI) : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Краснодар, 25 сентября 2020 года / Отв. за выпуск А. Г. Кошаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 120–126. – EDN ITNOIH.

7. Кириллов О.Н. Подготовка научных и научно-педагогических кадров Высшей квалификации для машиностроения / О. Н. Кириллов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. – № 12(109). – С. 4–11. – DOI 10.30987/1999-8775-2021-12-4-11. – EDN TCIYDN.

8. Формирование инновационной образовательной системы в НИУ «БелГУ» как основы подготовки кадров мирового уровня на базе НОЦ «Инновационные решения в АПК» / О. Н. Полухин, А. В. Маматов, И. В. Спичак, Н. В. Кирий // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 9. – С. 9–13. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10902. – EDN SEEERP.

9. Тухолко Л.Л. Реверсивная технология планирования методических исследований для подготовки научных кадров в сфере математического образования / Л. Л. Тухолко // Физико-математическое образование: традиции, инновации, перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 26–27 октября 2023 года. – Минск : Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», 2023. – С. 84–87. – EDN XBSHIA.

10. Васильев В.В. Подготовка научных кадров высшей квалификации в контексте проблемы становления и развития научных школ / В. В. Васильев, Ф. В. Зиновьев // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 182–187. – EDN VPVHXU.

11. Соловьев С.В. Методические аспекты и нормативно-правовое сопровождение подготовки научных и научно-педагогических кадров / С. В. Соловьев, А. С. Лосева, С. Н. Трунова // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 1. – EDN ROKEWE.

12. Якимович Е.П., Суржик С.С., Доронина Н.А., Семенова Д.В. Развитие системы подготовки кадров высшей квалификации: исторический аспект // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 № 6. <https://mir-nauki.com/PDF/39PDMN618.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

13. Бедный Б.И. Трансформационные процессы в современной российской аспирантуре: учебное пособие / Б. И. Бедный, Н. В. Рыбаков. – Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2022. – 139 с.

References

1. Rezul'tativnost' instituta aspirantury' v kontekste kompleksnogo regulirovaniya processa podgotovki nauchno-pedagogicheskikh kadrov: sovremennoe sostoyanie i neobходimost' novy'x podkhodov [Effectiveness of the postgraduate institute in the context of comprehensive regulation of the process of training scientific and pedagogical personnel: the current state and the need for new approaches] / S. I. Paxomov, M. P. Petrov, Ya. P. Lobachevskij [i dr.] // Upravlenie naukoj i naukometriya. – 2024. – Т. 19, № 2. – S. 242–295. – DOI 10.33873/2686-6706.2024.19-2.242-295. – EDN EMPFJ.
2. Pipiya L.K., Chistyakova V.E. Social'no-e'konomicheskie problemy' razvitiya kadrovogo potentsiala nauki [Socio-economic problems of the development of human resources of science]. – М.: Institut problem razvitiya nauki RAN, 2022. – 180 s. DOI: <https://dx.doi.org/10.37437/9785912941740-22-m2>.
3. Arxangel'skaya, L.Yu. Kompleksny'j strukturno-dinamicheskij analiz v sisteme monitoringa nauchny'x issledovanij i razrabotok v rossijskoj Federacii za 2010-2020 gg [Comprehensive structural and dynamic analysis in the monitoring system of research and development in the Russian Federation for 2010-2020] / L. Yu. Arxangel'skaya // Nauka v innovacionnom processe : Materialy' mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 01–02 dekabrya 2021 goda. – Moskva : FGBUN Institut problem razvitiya nauki RAN, 2021. – S. 123–131. – EDN UWTPTC.
4. Kuznecova A.R. Tendencii podgotovki kadrov vy'sshej kvalifikacii v Rossijskoj Federacii [Trends in training highly qualified personnel in the Russian Federation] / A. R. Kuznecova, A. I. Axmet'yanova, A. I. Kuznecov // Siberian Socium. – 2023. – Т. 7, № 1(23). – S. 71–87. – DOI 10.21684/2587-8484-2023-7-1-71-87. – EDN PRSTKT.
5. Basinyuk V.L. Podgotovka kadrov vy'sshej kvalifikacii v oblasti mashinostroeniya [Training of highly qualified personnel in the field of mechanical engineering] / V. L. Basinyuk, V. L. Solomaxo. – Mexanika mashin, mexanizmov i materialov. – 2022. – № 1(58). – S. 83–90. DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2022-1-58-83-90>.
6. Dumacheva E.V. Podgotovka kadrov vy'sshej kvalifikacii po special'nosti «Selekciya i semenovodstvo sel'skoxozyajstvenny'x rastenij»: osnovny'e vy'zovy' i zadachi [Training of highly qualified personnel in the specialty «Breeding and seed production of agricultural plants»: the main challenges and tasks] / E. V. Dumacheva, V. I. Chernyavskix // Teoriya i praktika adaptivnoj selekcii rastenij (Zhuchenkovskie chteniya VI) : Sbornik nauchny'x trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Krasnodar, 25 sentyabrya 2020 goda / Otv. za vy'pusk A. G. Koshhaev. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvenny'j agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2021. – S. 120–126. – EDN ITNOIH.
7. Kirillov O.N. Podgotovka nauchny'x i nauchno-pedagogicheskikh kadrov Vy'sshej kvalifikacii dlya mashinostroeniya [Training of scientific and scientific-pedagogical personnel of the highest qualification for mechanical engineering] / O. N. Kirillov // Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. – 2021. – № 12(109). – S. 4–11. – DOI 10.30987/1999-8775-2021-12-4-11. – EDN TCIYDN.
8. Formirovanie innovacionnoj obrazovatel'noj sistemy' v NIU «BelGU» kak osnovy' podgotovki kadrov mirovogo urovnya na baze NOCz «Innovacionny'e resheniya v APK» [Formation of an innovative educational system at the National Research University «BelSU» as the basis for training world-class personnel on the basis of the REC «Innovative Solutions in the Agro-Industrial Complex»] / O. N. Poluxin, A. V. Mamatov, I. V. Spichak, N. V. Kirij // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2020. – Т. 34, № 9. – S. 9–13. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10902. – EDN SEEEPP.
9. Tuxolko L.L. Reversivnaya texnologiya planirovaniya metodicheskix issledovanij dlya podgotovki nauchny'x kadrov v sfere matematicheskogo obrazovaniya [Reverse technology for planning methodological research for the training of scientific personnel in the field of mathematical education] / L. L. Tuxolko // Fiziko-matematicheskoe obrazovanie: tradicii, innovacii, perspektivy' : Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Minsk, 26–27 oktyabrya 2023 goda. – Minsk : Uchrezhdenie obrazovaniya «Belorusskij gosudarstvenny'j pedagogicheskij universitet imeni Maksima Tanka», 2023. – S. 84–87. – EDN XBSHIA.
10. Vasil'ev V.V. Podgotovka nauchny'x kadrov vy'sshej kvalifikacii v kontekste problemy' stanovleniya i razvitiya nauchny'x shkol [Training of highly qualified scientific personnel in the context of the problem of the formation and development of scientific schools] / V. V. Vasil'ev, F. V. Zinov'ev // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2022. – № 4. – S. 182–187. – EDN VPVHXU.
11. Solov'ev S.V. Metodicheskie aspekty' i normativno-pravovoe soprovozhdenie podgotovki nauchny'x i nauchno-pedagogicheskikh kadrov [Methodological aspects and regulatory support for the training of scientific and scientific-pedagogical personnel] / S. V. Solov'ev, A. S. Loseva, S. N. Trunova // Nauka i Obrazovanie. – 2023. – Т. 6, № 1. – EDN ROKEWE.
12. Yakimovich E.P., Surzhik S.S., Doronina N.A., Semenova D.V. Razvitie sistemy' podgotovki kadrov vy'sshej kvalifikacii: istoricheskij aspekt [Development of the system of training highly qualified personnel: historical aspect] // Internet-zhurnal «Mir nauki», 2018 № 6. <https://mir-nauki.com/PDF/39PDMN618.pdf> (dostup svobodny'j). Zagl. s e'krana. Yaz. rus., angl.
13. Bedny'j B.I. Transformacionny'e processy' v sovremennoj rossijskoj aspiranture: uchebnoe posobie [Transformational processes in modern Russian graduate school: textbook] / B. I. Bedny'j, N. V. Ry'bakov. – Nizhnij Novgorod : Izd-vo NNGU, 2022. – 139 s.

Сведения об авторах

Жалнин Эдуард Викторович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 1-й Институтский проезд, д. 5, г. Москва, Россия, 109428, тел. +7-989-5716710, e-mail: zhalnin@yandex.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 область, Россия, 308503, тел.+7-960-6276818, e-mail: pastuhov_ag@belgau.ru.

Information about authors

Zhalnin Eduard Viktorovich, doctor of technical sciences, professor, chief researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Agroengineering Center VIM, 1st Institutsky proezd, 5, Moscow, Russia, 109428, tel. +7-989-5716710, e-mail: zhalnin@yandex.ru.

Pastukhov Alexander Gennadiyevich, doctor of technical sciences, professor, professor of department of technical mechanics and machinery design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7-960-6276818, e-mail: pastuhov_ag@belgau.ru.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА В САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Аннотация. Статья посвящена исследованию и прогнозированию объема рынка самоходной сельскохозяйственной техники в период с 2024 по 2035 год, анализу состояния отрасли сельскохозяйственного машиностроения. (Цель исследования) Оценить емкость рынка самоходной сельскохозяйственной техники на 2025, 2030 и 2035 годы, выделить приоритетные направления развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения для обеспечения импортозамещения и технологического суверенитета самоходной сельскохозяйственной техники. (Материалы и методы исследования) Исследование проводилось на основе комплексного анализа и синтеза информации из постановлений Правительства РФ, документов и публикаций, связанных с научно-технологическим развитием сельскохозяйственного машиностроения. Технологии и компоненты, используемые при производстве продукции, анализировались на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения. (Результаты исследования и их обсуждение) По состоянию на 2023 год на внутреннем рынке российская сельскохозяйственная техника занимала не более 49 %. Так, например, доля импорта самоходных косилок в 2023 году составляла 70 %. Российский парк самоходной сельхозтехники характеризуется критическим износом и низкой оснащенностью, срок эксплуатации у 70 % самоходной техники превышает 10 лет. Для решения данной проблемы необходимо увеличить выпуск отечественной самоходной техники и повысить ее производительность. Расширение использования роботизации может существенно повысить производительность труда. Приведенная в работе аналитическая информация свидетельствует о большом потенциальном рынке для российских производителей сельхозтехники. Уход с российского рынка многих иностранных производителей в 2022 году привел к снижению уровня локализации производимой техники. (Выводы) Исследование показало, что отечественные компании не обеспечивают внутренний рынок в достаточных объемах. Введенные санкции усугубили ситуацию, увеличив потребность в отечественной самоходной сельскохозяйственной технике. Приоритетными направлениями развития отрасли являются реорганизация производства, унификация отечественных компонентов и использование передовых технологий, цифровизация и автоматизация производства и техники.

Ключевые слова: продукция, производство, анализ рынка, сельхозмашиностроение, технологический суверенитет, самоходная техника.

PROVIDING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY IN SELF-PROPELLED AGRICULTURAL MACHINERY

Abstract. This article focuses on researching and forecasting the market size of self-propelled agricultural vehicles in the period from 2024 to 2035, analyzing the status of the agricultural machinery manufacturing industry (Purpose of the study) To estimate the capacity of the self-propelled agricultural vehicles market for 2025, 2030 and 2035, to identify priority trends in the development of the agricultural machinery industry to ensure import substitution and technological sovereignty of self-propelled agricultural vehicles. (Materials and methods of research) The research was carried out on the basis of complex analysis and synthesis of information from the resolutions of the Government of the Russian Federation, documents and publications related to the scientific and technological development of agricultural engineering. Technologies and components used in the production of products were analyzed at agricultural machine-building enterprises. (Results of the study and their discussion) As of 2023, Russian agricultural machinery accounted for no more than 49 % of the domestic market. For example, the share of imported self-propelled mowers in 2023 was 70 %. The Russian fleet of self-propelled agricultural vehicles is characterized by critical exhaustion and poor technical equipment status, the service period of 70 % of self-propelled vehicles is more than 10 years. To solve this problem, it is necessary to increase the manufacture of domestic self-propelled vehicles and improve their productivity. Expanding the use of robotization can significantly boost labor performance. The analytical information presented in this article indicates a large potential market for Russian manufacturers of agricultural machinery. The withdrawal of many foreign manufacturers from the Russian market in 2022 has led to a decrease of the localization level of manufactured vehicles. (Conclusions) The research showed that local companies do not provide the domestic market with sufficient volume. The sanctions have made the situation worse, increasing needs of domestic self-propelled agricultural machinery. The priority directions of the industry development are reorganization of manufacture, unification of domestic components and use of advanced technologies, digitalization and automatization of manufacture and machinery.

Keywords: products, manufacture, market analysis, agricultural machinery, technological independence, self-propelled vehicles.

Введение. За период с 2015 по 2017 годы российский среднегодовой индекс производства сельскохозяйственной продукции составил 103,3 %, а за 2018-2020 годы – 101,8 %, что свидетельствует о стабильном росте потребности населения в продуктах питания [1]. В 2020 году, несмотря на пандемию коронавируса, темп роста индекса производства сельскохозяйственной продукции составил 101,5 %. Следовательно, в периоде 2024-2035 годов даже при пессимистичном прогнозе темп прироста производства продуктов питания должен составить примерно 1,5 % в год, что, в свою очередь, коррелируется с целями, прописанными в постановлении Правительства Российской Федерации «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», определенными до 2030 года, вступившем в силу с изменениями и дополнениями с 04.07.2023 года.

В этой связи следующая государственная программа развития отрасли сельского хозяйства, исходя из опыта предыдущих лет, должна быть направлена на достижение более высоких показателей объемов производства продовольствия в стране. Это возможно главным образом за счёт увеличения производительности труда и повышения уровня автоматизации как производственных процессов в сельском хозяйстве, так и процессов производства машин предприятиями отрасли, поскольку численность людей, занятых сельским хозяйством, ежегодно уменьшается. Так, например, рассматриваемый демографический показатель в 2021 году снизился на 22,5 % по сравнению с 2010 годом [2]. К тому же, по прогнозу Федеральной службы государственной статистики, в ближайшее десятилетие увеличение общей численности населения Российской Федерации не ожидается.

Российская Федерация по экспорту многих продуктов питания занимает лидирующие позиции. Рост потребности в продуктах питания приводит как минимум к сопоставимому росту потребности в самоходной сельскохозяйственной технике, спрос на продукцию сельскохозяйственного машиностроения будет расти по причине увеличения численности населения Земли и соответствующих объемов потребления. Ещё одним основанием повышения спроса на новую самоходную сельскохозяйственную технику является высокий износ парка машин (например, более 60 % всех тракторов в стране эксплуатируются 10 и более лет), который требуется ежегодно снижать за счёт постепенного и стабильного обновления [3].

Наращивание производственных мощностей и импортозамещение самоходной сельскохозяйственной техники и ключевых компонентов играют важную роль в повышении общей производительности труда, достижении целевых показателей государственных программ развития страны и обеспечении технологического суверенитета в данном направлении [4]. Поэтому анализ насыщения российского рынка продукцией сельскохозяйственного машиностроения, выделение основных компонентов специализированной самоходной техники иностранного производства, подлежащих замене отечественными аналогами, и описание других приоритетных направлений развития отрасли являются актуальными задачами, от решения которых зависит успешность развития сельского хозяйства в Российской Федерации.

Цель исследования – оценить емкость рынка сельскохозяйственной техники на период до 2035 года и выделить приоритетные направления развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения для обеспечения импортозамещения и технологического суверенитета самоходной сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на основе комплексного анализа и синтеза информации из постановлений Правительства Российской Федерации, иных документов, имеющих отношение к научно-технологическому развитию страны и сельскохозяйственного машиностроения, статистических данных Ассоциации «Росспецмаш», публикаций из научных журналов по рассматриваемой проблематике. Используемые технологии и применяемые компоненты при производстве сельскохозяйственной техники оценивались при посещении предприятий сельскохозяйственного машиностроения.

Результаты исследования и их обсуждение. По данным производителей специализированной техники Ассоциации «Росспецмаш», объем производства сельскохозяйственной техники в Российской Федерации в 2022 году составил 250,6 млрд рублей (+15,1 % к 2021 году). Такие темпы роста обусловлены изменением внешних условий (девальвация рубля, предоставление субсидий потребителям), которые позволили промышленным предприятиям сельскохозяйственной отрасли выровнять условия конкуренции российских производителей с импортерами. Объем экспортных поставок продукции российских заводов сельскохозяйственного машиностроения в 2022 году составил 5,1 млрд рублей.

В ряде сегментов отрасли сельскохозяйственного машиностроения доля российской сельскохозяйственной техники на внутреннем рынке не превышает 20-30 %, а по отдельным типам тракторов потребности сельского хозяйства не обеспечиваются в принципе. Так, например, импорт гусеничных тракторов с мощностью двигателя более 330 л. с. составил 100 %, колесных тракторов классической компоновки с двигателем мощностью до 100 л. с. – 98 %.

На основе статистики Ассоциации «Росспецмаш» объем российского рынка тракторов в 2023 году составлял 19 553 единицы техники. Среднегодовой темп прироста рынка сельскохозяйственной техники, по оценке российской консалтинговой компании Strategy Partners, составляет порядка 7 % до 2035 года. При этом спрос на сельскохозяйственные тракторы в основном определяется размером посевных площадей и объемом выручки от реализации продукции растениеводства. Соответственно, емкость рынка тракторов в 2025 году составит 22 400 единиц техники, в 2030 году – 31 400 единиц техники, в 2035 году – 44 000 единиц техники. Данный рост объясняется увеличением спроса на тракторы большой (свыше 200 л. с.) и малой мощности (до 100 л. с.), однако одновременно с этим имеется тенденция к перераспределению спроса на сельскохозяйственные тракторы средней мощности вследствие перехода на использование тракторов большей мощности.

Объем российского рынка комбайнов в 2023 году составлял 7 086 единиц техники. На рынке широко представлены отечественные производители зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов (доля в общем рынке доходит до 85 %). В то же время доля импортных специализированных комбайнов для уборки свеклы, винограда и прочих культур, кроме зерновых и кормовых, была порядка 95 %. При учете, что оценка среднегодового темпа прироста относится ко всем видам сельскохозяйственной техники, емкость рынка комбайнов достигнет в 2025 году 9300 единиц техники, в 2030 году – 13000 единиц техники, в 2035 году – 18200 единиц техники.

На основании представленных прогнозных значений разработана гистограмма (рисунок 1) со сводными данными по емкости рынка тракторов и самоходных комбайнов.

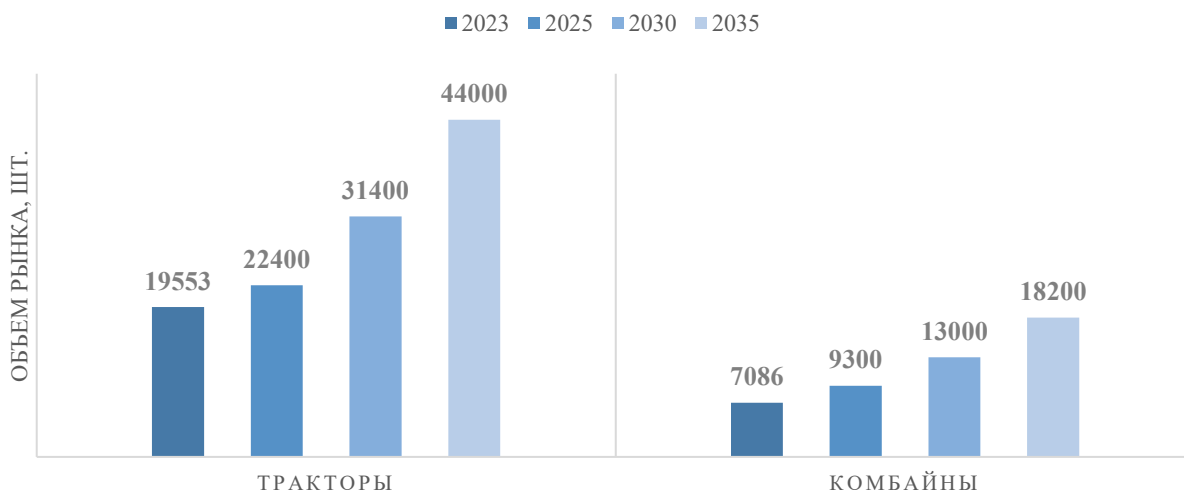


Рис. 1 – Прогнозные значения емкости рынка тракторов и самоходных комбайнов

Рынок самоходных опрыскивателей в 2023 году составлял 974 единицы техники, доля импорта – 32 %. При этом в 2025 году емкость рынка достигнет 1100 единиц техники, в 2030 году – 1600 единиц техники, в 2035 году – 2200 единиц техники.

Объем российского рынка самоходных косилок в 2023 г. составлял 1499 единиц техники, доля импорта – 70 %. На основании аппроксимации емкость рынка в 2025 году составит 1700 единиц техники, в 2030 г. – 2400 единиц техники, в 2035 г. – 3400 единиц техники. Разработанная на основании прогнозных значений гистограмма показана на рисунке 2.

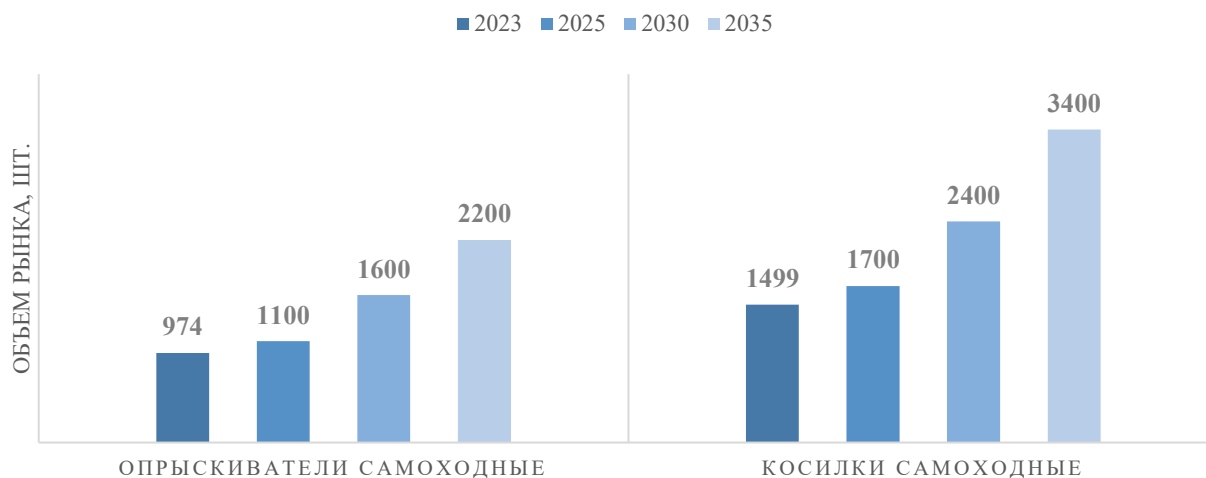


Рис. 2 – Прогнозные значения емкости рынка самоходных опрыскивателей и косилок

Объем рынка самоходных свеклопогрузчиков на 2023 г. составлял 117 единиц техники, при этом доля импорта по данной продукции была 100 %. В соответствии с ранее указанным темпом прироста – на 2025 г. рынок составит – 130 единиц техники, на 2030 год – 190 единиц техники, на 2035 год – 260 единиц техники.

Объем российского рынка самоходных кормосмесителей-кормораздатчиков составлял 361 единиц техники в 2023 г., при этом отечественные сельскохозяйственные машины не представлены на рынке. Емкость рынка в 2025 г. достигнет 410 единиц техники, в 2030 году – 580 единиц техники, в 2035 г. – 810 единиц техники. Разработанная на основании прогнозных значений гистограмма показана на рисунке 3.

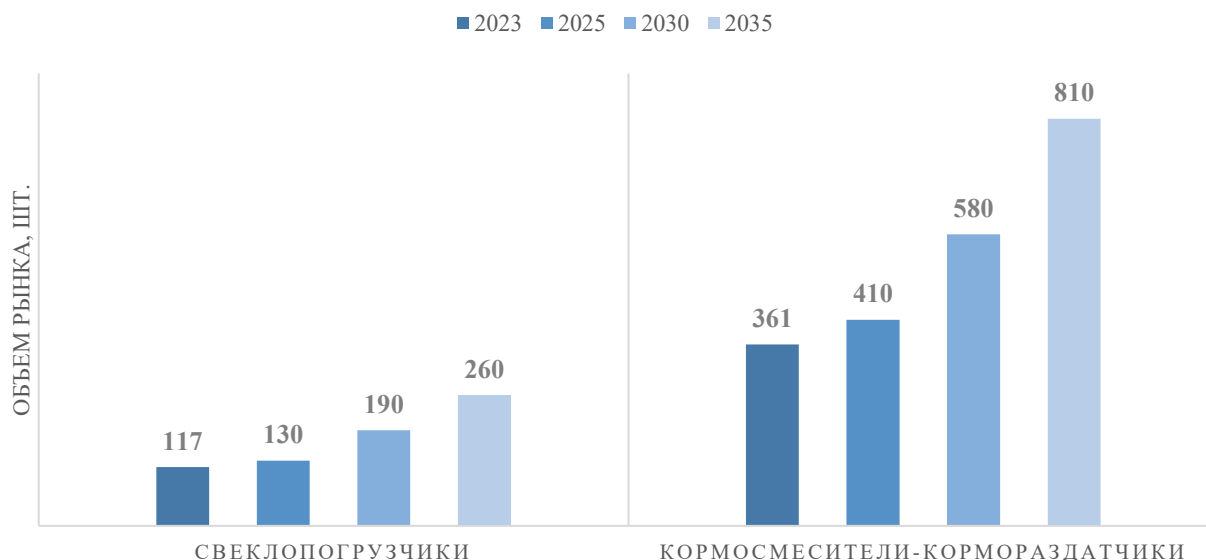


Рис. 3 – Прогнозные значения емкости рынка свеклопогрузчиков и кормосмесителей-кормораздатчиков

Для сельхозтоваропроизводителей остро необходимы самоходные машины отечественного производства для выполнения многих технологических операций в садоводстве, виноградарстве, животноводстве и птицеводстве, в которых использовалась в большинстве техника иностранного производства. На 2023 год доля отечественной продукции в общем объеме рынка составляла 49 % при учете высокой степени износа машинно-тракторного парка (МТП) [5].

В дополнение к изложенному выше, парк самоходной сельскохозяйственной техники в России характеризуется критической недооснащенностью и высокой степенью износа [6]. По данным Федеральной службы государственной статистики, количество тракторов и самоходных уборочных машин сократилось более чем в 6 раз за последние несколько десятков лет. Такое сокращение объясняется смещением спроса в сторону более мощных и производительных машин. Однако, оснащенность сельского хозяйства России по сравнению с оснащенностью сельского хозяйства Канады, схожей с Россией по почвенно-климатическим условиям, урожайности, а также размерам и контурности полей, остается на крайне низком

уровне. Так, в России на 1000 гектаров сельскохозяйственных угодий приходится всего 3 трактора, в то время как в Канаде – 16 тракторов, а в Германии – 65 тракторов [7].

Аналогичная ситуация наблюдается с уборочными сельскохозяйственными машинами. При этом доля используемых сельскохозяйственных машин с вышедшими нормативными сроками амортизации и эксплуатации, то есть старше 10 лет, достигает 70 %, что приводит к их низкой производительности, срывам принятых агротехнических сроков проведения требуемых работ и увеличению потерь продукции при уборке (по оценкам Минсельхоза России, потери достигают 10-20 % валового сбора продукции) [8].

Для решения проблемы оснащения сельхозтоваропроизводителей самоходной техникой отечественного производства необходимо разработать и реализовать комплекс мер, рассмотренный ниже, который позволит кратно нарастить выпуск критически необходимой техники в хозяйствах, что в конечном итоге обеспечит рост производительности труда в сельском хозяйстве, устойчивость его функционирования, включая логистические цепочки [9].

Ключевыми мероприятиями по повышению производительности труда в условиях критической нехватки рабочей силы являются процессы роботизации, которые представляют собой начальные этапы автоматизации отрасли, включающие технологические процессы производства продукции и самоходную сельскохозяйственную технику. Анализ использования средств роботизации предприятиями отрасли сельскохозяйственного машиностроения показал, что данный показатель не превышает 3 % от общего объема выполняемых технологических операций.

Главным образом средства робототехники используются при проведении сварочных работ. Практически не охвачены промышленными роботами загрузка, разгрузка, замена рабочего инструмента на станках с числовым программным управлением, многие другие технологические операции, которые выполняются на предприятиях при производстве продукции [10].

Кроме того, роботизация применима и в сфере беспилотного управления МТП. Автоматизация элементов управления сельскохозяйственных машин позволяет сократить затраты на эксплуатацию МТП, увеличить коэффициент использования МТП, сократить фактические агротехнические сроки полевых (сезонных) работ, получать оперативную информацию о работе МТП и о статусе работоспособности каждой отдельной единицы, повысить реальную загруженность МТП и снизить затраты на ТО и ремонт путем планирования технологических операций [11].

Применение самоходной техники с беспилотным управлением в сельском хозяйстве также открывает возможность внедрения принципиально новой и перспективной технологии – организованного роя с централизованным, децентрализованным и смешанным управлением [12]. Технология основана на глубокой интеграции искусственного интеллекта с сельскохозяйственными работами. Данное инновационное решение позволит увеличить производительность МТП и при этом кратно повысить выработку на человека и как следствие его производительность [13], так как для управления несколькими единицами оборудования в составе роя нужен только один оператор. В соответствии с планами Министерства сельского хозяйства Российской Федерации доля организаций агропромышленного комплекса, использующих технологии интернета вещей, точного земледелия, цифрового стада и умных теплиц, должна быть не менее 60 % до конца 2024 г. [14].

Для поддержания темпов прироста объема рынка за счет собственного производства и для разработки новых видов беспилотных машин критически необходима сеть испытательных лабораторий, удовлетворяющая современным требованиям к проведению процедур сертификации. Подобные сертификационные лаборатории также позволяют облегчить процессы выведения продукции отечественного производства на зарубежные рынки. В основу деятельности лабораторий закладывается работа по обеспечению нормативных требований кодексов организации экономического сотрудничества и развития к российской продукции с целью обеспечения доверия международных рынков к российской продукции.

Приведенные данные свидетельствуют о большом потенциальном рынке для российских производителей сельскохозяйственной техники – как внутри страны, так и за ее пределами.

Развитие сборочных производств сельскохозяйственной техники и увеличение использования импортных комплектующих с одновременным сокращением производства российских компонентов увеличило зависимость отрасли от импорта ключевых компонентов. В связи с введением в 2022 году против Российской Федерации санкций произошел уход с российского рынка многих иностранных производителей сельскохозяйственной техники и компонентов. Уровень локализации производимой техники дополнительно снизился. Прекратились поставки ряда импортируемых компонентов. Поэтому критически важными для отрасли являются развитие и поддержка локализованного производства сельскохозяйственной техники, компонентов и материалов с фокусированием на создании производств сложных узлов и систем [4].

Исходя из вышесказанного разработаны предложения по приоритетным направлениям развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения для обеспечения импортозамещения и технологического суверенитета по самоходной сельскохозяйственной технике:

- 1) достижение технологического суверенитета по ключевым компонентам, сложным узлам и системам;
- 2) повышение унификации компонентов в готовой продукции;
- 3) снижение использования технологического оборудования иностранного производства;
- 4) разработка и постановка на производство сельскохозяйственной техники с беспилотным управлением (3-й и 4-й уровни автоматизации управления по ГОСТ Р 70850-2023);
- 5) использование аддитивных технологий в области однородных и композитных материалов для обеспечения высокого качества изготовления ответственных узлов и деталей [15];
- 6) внедрение искусственного интеллекта в сельскохозяйственных работах для повышения производительности труда и снижения производственных затрат;
- 7) создание единой цифровой универсальной платформы обмена данными для сельскохозяйственной техники различных производителей и разработка единых стандартов для передачи телематической информации, межсистемного обмена данными, межсистемного взаимодействия [16];
- 8) развитие российской системы стандартов для компонентов всех уровней с учетом международных требований;
- 9) разработка и внедрение технологии централизованного управления группой (роем) объектов при производстве сельскохозяйственной продукции;
- 10) использование промышленных роботов на этапе производства сельскохозяйственной техники;
- 11) создание на региональном уровне предприятий, укомплектованных универсальным оборудованием для производства компонентов сельскохозяйственной техники;

12) диверсификация продукции производства предприятий оборонно-промышленного комплекса для производства компонентов сельскохозяйственной техники.

Предложенные приоритетные направления развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения в сокращенном, акцентированном виде представлены на рисунке 4.

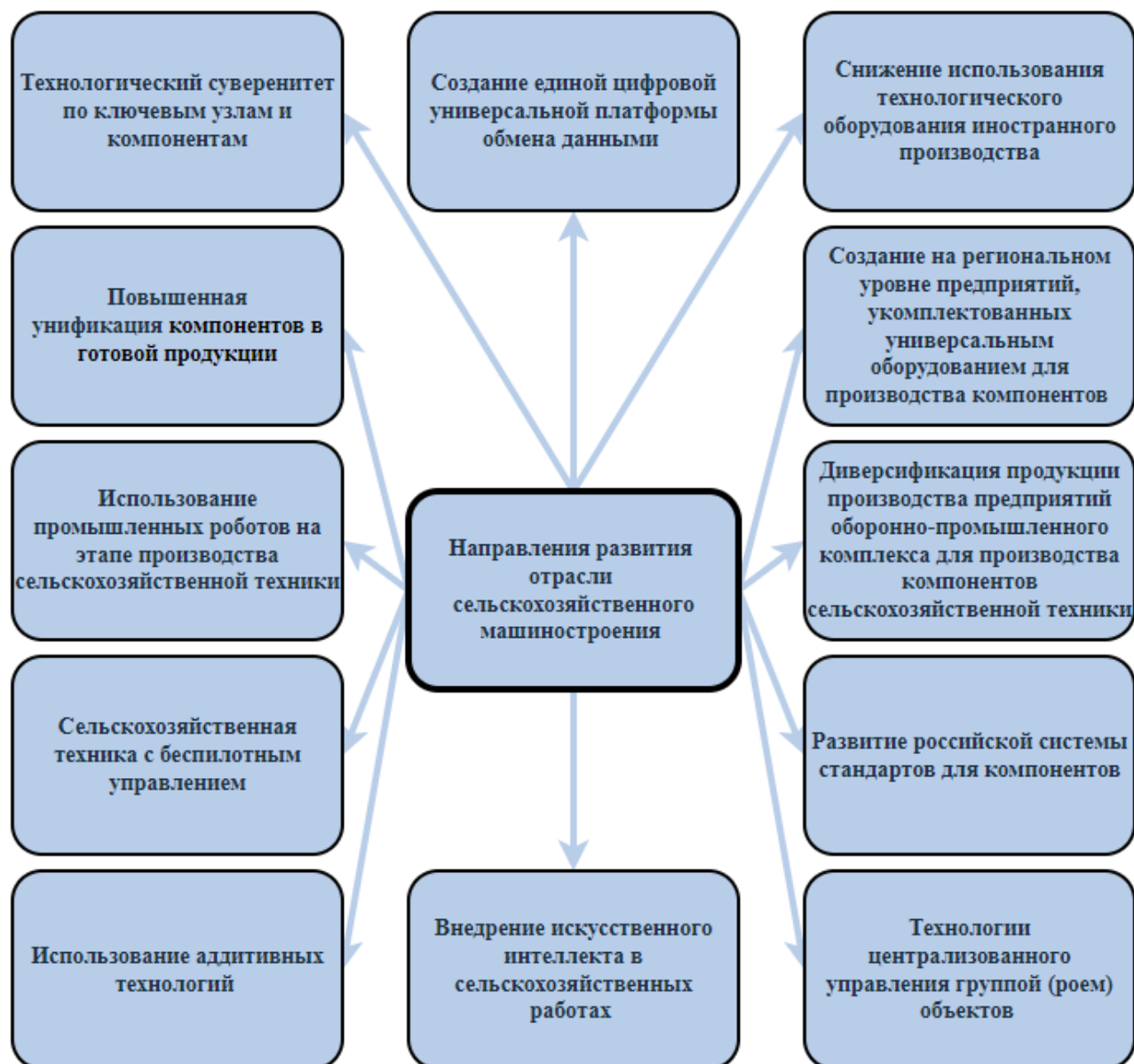


Рис. 4 – Схема направлений развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения

Выводы. На основании осмысления представленных выше положений можно сделать следующие выводы.

1. В ходе проведения анализа тенденций развития российского рынка самоходной сельскохозяйственной техники установлено, что по итогам 2023 г. наблюдался дефицит отечественных машин практически по всем рассмотренным видам. Введенные в 2022 г. ограничительные санкции в отношении Российской Федерации усугубили ситуацию на рынке, что увеличило потребность в продукции отечественных производителей самоходной сельскохозяйственной техникекратно количеству ушедших зарубежных аналогов.

2. Некоторые виды техники не производятся российскими производителями, например, гусеничные тракторы с мощностью двигателя более 330 л. с., колесные тракторы классической компоновки с двигателем мощностью до 100 л. с., специализированные комбайны для уборки свеклы, винограда и ряда других культур, а также свеклопогрузчики. Доля отечественной продукции в общем объеме российского рынка самоходной сельскохозяйственной техники составляет 49 % при учете высокой степени износа парка имеющихся машин.

3. Отрицательный эффект усиливается дефицитом квалифицированных специалистов на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.

4. Исходя из первоначальных статистических данных, предложен вариант прогнозной емкости рынка на 2025, 2030, 2035 гг. в соответствии с темпом прироста 7 % по самоходной сельскохозяйственной технике (тракторы, комбайны, опрыскиватели, косилки, свеклопогрузчики, кормосмесители-кормораздатчики).

5. Представлены приоритетные направления развития отрасли для преодоления кризисной ситуации в области дефицита самоходных машин и профессиональной рабочей силы.

6. Предложенные мероприятия предполагают реорганизацию производства, использование унифицированных компонентов отечественного производства, внедрение новых технологий, в том числе цифровых, в процессы производства и использования самоходной сельскохозяйственной техники, развитие стандартизации, что позволит увеличить темпы производства отечественной техники и повысит ее долю в структуре российского рынка.

Библиография

1. Петриков А.В. Новые тенденции в развитии сельского хозяйства и приоритеты аграрной политики в России / А. В. Петриков // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 230, № 4. – С. 275–284. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-230-4-275-284. – EDN JGRRND.
2. Владимиров Н.А. Оценка влияния развития сельских территорий на агропромышленный комплекс Российской Федерации / Н. А. Владимиров // Статистика и Экономика. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 35–45. – DOI 10.21686/2500-3925-2023-3-35-45. – EDN XZBOJD.
3. Коняев Н.В. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / Н. В. Коняев, Н. И. Коняева // Современные материалы, техника и технологии. – 2022. – № 6(45). – С. 119–124. – EDN LGYULO.
4. Матвеева Н.С. Обеспечение инновационного развития через стратегии импортозамещения, реализуемые государственными корпорациями / Н. С. Матвеева // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 10–2(92). – С. 63–81. – DOI 10.24412/2411-0450-2022-10-2-63-81. – EDN MEMQXK.
5. Космин А.Д. О моделировании конструкта диагностики региональной системы продовольственной безопасности / А. Д. Космин, О. П. Кузнецова, В. В. Кузнецов // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 5. – С. 1301–1318. – DOI 10.18334/epp.13.5.117610. – EDN SPGDFF.
6. Мазилов Е.А. Тенденции рынка сельхозтехники в России / Е. А. Мазилов, О. С. Демидова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 11–2(57). – С. 72–76. – DOI 10.24411/2411-0450-2019-11354. – EDN TXBDHR.
7. Лаврова А.П. Современное состояние парка сельскохозяйственной техники в России / А. П. Лаврова, С. В. Лавров // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № 54. – С. 128–136. – EDN DOBUBK.
8. Кухаренко А.А. Перспективы развития отечественного рынка сельскохозяйственной техники / А. А. Кухаренко, В. И. Гайдук, Н. В. Гайдук // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 8. – DOI 10.55186/2413046X_2022_7_8_457. – EDN FFLWFN.
9. Колчин Н.Н. Задачи и проблемы возрождения отечественного сельскохозяйственного машиностроения / Н. Н. Колчин, В. Н. Зволинский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 77–81. – DOI 10.31992/0321-4443-2020-1-77-81. – EDN ZUSLZT.
10. Коломейченко А.В. Роботизация производства сельскохозяйственной техники / А. В. Коломейченко, М. В. Шипов, Р. Ю. Соловьев [и др.] // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62, № 2. – С. 20–26. – DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-20-26. EDN: PURZSB.
11. Валиев А.Р. Беспилотный трактор / А. Р. Валиев, Мануэль Бинело, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник НЦБЖД. – 2021. – № 4(50). – С. 69–75. – EDN PWYMCH.
12. Мустаев А.Ф. Сравнение видов управления организованной группой роботов / А. Ф. Мустаев // Вестник науки. – 2019. – Т. 2, № 7(16). – С. 64–67. – EDN NMIKOF.
13. Бояринов Е. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве / Е. Бояринов // Вестник науки. – 2023. – Т. 4, № 5(62). – С. 984–987. – EDN CMCIAN.
14. Сковорцов Е.А. Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / Е. А. Сковорцов, В. И. Набоков, К. В. Некрасов [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 8(187). – С. 91–98. – DOI 10.32417/article_5d908ed78f7fc7.89378141. – EDN VFPZOA.
15. Нилов А.С. Применение стереолитографических аддитивных технологий для получения изделий из волокнисто-армированных керамоматричных композиционных материалов (обзор) / А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 2. – С. 117–124. – EDN JMFKLF.
16. Соколяк Г.В. Цифровые инновации в машиностроении / Г. В. Соколяк // Профессиональный журнал. – 2019. – № 5(170). – С. 26–33.

References

1. Petrikov A.V. Novye tendencii v razviti sel'skogo hozyajstva i prioritety agrarnoj politiki v Rossii [New trends in the development of agriculture and priorities of agrarian policy in Russia] / A. V. Petrikov // Scientific Proceedings of the Free Economic Society of Russia. – 2021. – Vol. 230, № 4. – P. 275–284. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-230-4-275-284. – EDN JGRRND.
2. Vladimirov N.A. Ocenka vliyaniya razvitiya sel'skih territorij na agropromyshlennyj kompleks Rossijskoj Federacii [Assessment of the impact of the development of rural territories on the agro-industrial complex of the Russian Federation] / N. A. Vladimirov // Statistics and Economics. – 2023. – Vol. 20, № 3. – P. 35–45. – DOI 10.21686/2500-3925-2023-3-35-45. – EDN XZBOJD.
3. Konyaev N.V. Perspektivy vosstanovleniya iznoshennykh detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Prospects of restoration of worn parts of agricultural machinery] / N. V. Konyaev, N. I. Konyaeva // Modern materials, engineering and technology. – 2022. – № 6(45). – P. 119–124. – EDN LGYULO.
4. Matveeva N.S. Obespechenie innovacionnogo razvitiya cherez strategii importozameshcheniya, realizuemye gosudarstvennymi korporacijami [Ensuring innovative development through import substitution strategies implemented by state corporations] / N. S. Matveeva // Economics and business: theory and practice. – 2022. – № 10–2(92). – P. 63–81. – DOI 10.24412/2411-0450-2022-10-2-63-81. – EDN MEMQXK.
5. Kosmin A.D. O modelirovanii konstrukta diagnostiki regional'noj sistemy prodovol'stvennoj bezopasnosti [On modeling the construct of diagnostics of the regional system of food security] / A. D. Kosmin, O. P. Kuznetsova, V. V. Kuznetsov // Economics, Entrepreneurship and Law. – 2023. – Vol. 13, № 5. – P. 1301–1318. – DOI 10.18334/epp.13.5.117610. – EDN SPGDFF.
6. Mazilov E.A. Tendencii rynka sel'hoztehniki v Rossii [Trends of the agricultural machinery market in Russia] / E. A. Mazilov, O. S. Demidova // Economics and Business: Theory and Practice. – 2019. – № 11–2(57). – P. 72–76. – DOI 10.24411/2411-0450-2019-11354. – EDN TXBDHR.

7. Lavrova A.P. Sovremennoe sostoyaniye parka sel'skohozyajstvennoj tekhniki v Rossii [Modern state of the agricultural machinery park in Russia] / A. P. Lavrova, S. V. Lavrov // *Izvestia International Academy of Agrarian Education*. – 2021. – № 54. – P. 128–136. – EDN DOBUBK.
8. Kukhareno A.A. Perspektivy razvitiya otechestvennogo rynka sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Prospects for the development of the domestic market of agricultural machinery] / A. A. Kukhareno, V. I. Gaiduk, N. V. Gaiduk // *Moscow Economic Journal*. – 2022. – Vol. 7, № 8. – DOI 10.55186/2413046X_2022_7_8_457. – EDN FFLWFN.
9. Kolchin N.N. Zadachi i problemy vozrozhdeniya otechestvennogo sel'skohozyajstvennogo mashinostroeniya [Tasks and problems of revival of domestic agricultural machine building] / N. N. Kolchin, V. N. Zvolinsky // *Tractors and agricultural machines*. – 2020. – № 1. – P. 77–81. – DOI 10.31992/0321-4443-2020-1-77-81. – EDN ZUSLZT.
10. Kolomeychenko A.V. Robotizatsiya proizvodstva sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Robotization of agricultural machinery production] / A. V. Kolomeychenko, M. V. Shipov, R. Yu. Soloviev [et al.] // *Technical service of machines*. – 2024. – Vol. 62, № 2. – P. 20–26. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-20-26. EDN: PURZSB.
11. Valiev A.R. Bepilotnyj traktor [Unmanned tractor] / A. R. Valiev, Manuel Binelo, B. G. Ziganshin [et al.] // *Bulletin of NCBZhD*. – 2021. – № 4(50). – P. 69–75. – EDN PWYMCH.
12. Mustaev A.F. Sravnenie vidov upravleniya organizovannoj gruppoy robotov [Comparison of control types of an organized group of robots] / A. F. Mustaev // *Vestnik nauki*. – 2019. – Vol. 2, № 7(16). – P. 64–67. – EDN NMIKOF.
13. Boyarinov E. Iskusstvennyj intellekt v sel'skom hozyajstve [Artificial intelligence in agriculture] / E. Boyarinov // *Vestnik nauki*. – 2023. – Vol. 4, № 5(62). – P. 984–987. – EDN CMCIAN.
14. Skvortsov E.A. Primenenie tekhnologiy iskusstvennogo intellekta v sel'skom hozyajstve [Application of artificial intelligence technologies in agriculture] / E. A. Skvortsov, V. I. Nabokov, K. V. Nekrasov [et al.] // *Agrarny vestnik Urala*. – 2019. – № 8(187). – P. 91–98. – DOI 10.32417/article_5d908ed78f7fc7.89378141. – EDN VFPZOA.
15. Nilov A.S. Primenenie stereolitograficheskikh additivnykh tekhnologiy dlya polucheniya izdelij iz voloknisto-armirovannykh keramomatrichnykh kompozitsionnykh materialov (obzor) [Application of stereolithographic additive technologies for obtaining products from fiber-reinforced ceramic matrix composites (review)] / A. S. Nilov, O. O. Galinskaya, V. I. Krasnov // *Research Publications*. – 2023. – № 2. – P. 117–124. – EDN JMFKLF.
16. Sokolviak G.V. Cifroviye innovatsii v mashinostroenii [Digital innovations in mechanical engineering] / G. V. Sokolviak // *Professional journal*. – 2019. – № 5(170). – P. 26–33.

Сведения об авторах

Коломейченко Александр Викторович, доктор технических наук, профессор, главный специалист управления перспективных технологий Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»), ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 (495) 456-42-50, доб. 64-23, e-mail: a.kolomeychenko@nami.ru.

Котегов Максим Владимирович, специалист управления перспективных технологий Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»), ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 (495) 456-42-50, доб. 64-23, e-mail: maxim.kotegov@nami.ru.

Бабошкин Глеб Николаевич, специалист управления перспективных технологий Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»), ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 (495) 456-42-50, доб. 64-23, e-mail: gleb.baboshkin@nami.ru.

Грибов Иван Васильевич, кандидат технических наук, главный специалист управления нормативно-технической деятельности Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»), ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 (495) 456-42-50, доб. 64-23, e-mail: ivan.gribov@nami.ru.

Коломейченко Алексей Александрович, магистрант, инженер лаборатории машинных технологий для возделывания и уборки плодовых и ягодных культур, Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ «ВИМ»), 1-й Институтский пр-д, д. 5, г. Москва, Россия, 109428, тел. +7 (499) 171-43-49, e-mail: a.kolomeychenko@mail.ru.

Information about authors

Kolomeichenko Aleksandr Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute» «NAМИ» (FSUE «NAМИ»), 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 (495) 456-42-50, ext. 64-23, e-mail: a.kolomeychenko@nami.ru.

Kotegov Maxim Vladimirovich, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute» «NAМИ» (FSUE «NAМИ»), 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 (495) 456-42-50, ext. 64-23, e-mail: maxim.shipov@nami.ru.

Baboshkin Gleb Nikolaevich, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute» «NAМИ» (FSUE «NAМИ»), 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 (495) 456-42-50, ext. 64-23, e-mail: gleb.baboshkin@nami.ru.

Gribov Ivan Vasilievich, Candidate Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute» «NAМИ» (FSUE «NAМИ»), 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 (495) 456-42-50, ext. 64-23, e-mail: ivan.gribov@nami.ru.

Kolomeichenko Alexey Aleksandrovich, master's student, engineer of the laboratory of machine technologies for cultivating and harvesting fruit and berry crops, Federal Scientific Agroengineering Center «VIM» (FGBI FNATS «VIM»), 109428, Moscow, 1st Institutsky pr-d, 5, +7 (499) 171-43-49, e-mail: a.kolomeychenko@mail.ru.

УДК 621.793+620.(178.15+187)-034

Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, С.А. Зайцев

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ И МИКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ПРИ КАРБОВИБРОДУГОВОМ УПРОЧНЕНИИ

Аннотация. В работе приведены результаты исследований микротвердости и микроструктуры металлокерамических покрытий, полученных способом карбовибродугового упрочнения с использованием многокомпонентных паст, содержащих в качестве матричного материала порошок ПР-Х30СРНДЮ. В качестве упрочняющего компонента паст использовали карбиды бора B_4C и кремния SiC . Установлено, что металлокерамические покрытия, полученные при карбовибродуговом упрочнении, независимо от состава используемых при их формировании паст, имеют градиентное распределение микротвердости по глубине. Вблизи поверхности покрытия она является наибольшей (9775...10880 МПа), при приближении к границе раздела «покрытие-основа» снижается до 4520...4650 МПа. Снижение микротвердости покрытий от их поверхности к границе раздела связано с образованием в разных областях покрытия различных упрочняющих фаз при реализации процесса карбовибродугового упрочнения. При исследовании микроструктуры покрытий установлено, что они формируются плотными и практически беспористыми. В структуре основной зоны полученных покрытий хорошо видны зерна упрочняющей фазы карбида бора и карбида кремния, имеющие средний размер в пределах 10...20 мкм, которые относительно равномерно распределены в матрице покрытия. Переходная зона исследуемых покрытий существенно отличается от их основной зоны тем, что она практически не содержит упрочняющих фаз. Концентрационные кривые распределения элементов в поперечном сечении покрытий свидетельствуют об их высокой прочности сцепления. Проведенные исследования позволили установить, что покрытия данного типа целесообразно использовать для значительного повышения ресурса рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде.

Ключевые слова: карбовибродуговое упрочнение, металлокерамическое покрытие, многокомпонентная паста, микротвердость, микроструктура, рабочие органы, износ, ресурс.

INVESTIGATION OF MICROHARDNESS AND MICROSTRUCTURE OF METAL-CERAMIC COATINGS FORMED AT CARBO-VIBRO-ARC HARDENING

Abstract. The paper presents the results of studies of the microhardness and microstructure of metal-ceramic coatings obtained by the carbo-vibro-arc hardening (CVAH) method using multicomponent pastes containing ПР-Х30СРНДЮ powder as a matrix material. Boron carbides B_4C and silicon carbides SiC were used as a hardening component of the pastes. It was found that metal-ceramic coatings obtained by CVAH, regardless of the composition of the pastes used in their formation, have a gradient distribution of microhardness by depth. Near the coating surface, it is the highest (9775 ... 10880 MPa), and when approaching the coating-base interface, it decreases to 4520 ... 4650 MPa. A decrease in the microhardness of the coatings from their surface to the interface is associated with the formation of various hardening phases in different areas of the coating during the CVHA process. When studying the microstructure of the coatings obtained by CVAH, it was found that they are formed dense and practically pore-free. In the structure of the main zone of the obtained coatings, grains of the strengthening phase of boron carbide and silicon carbide are clearly visible, having an average size within 10 ... 20 μm , which are relatively uniformly distributed in the coating matrix. The transition zone of the studied coatings differs significantly from their main zone in that it practically does not contain strengthening phases. Concentration curves of the distribution of elements in the cross section of the coatings indicate their high adhesion strength. The conducted studies made it possible to establish that coatings of this type are advisable to use to significantly increase the service life of the working parts of machines operated in an abrasive environment.

Keywords: carbo-vibro-arc hardening, metal-ceramic coating, multi-component paste, microhardness, microstructure, working bodies, wear, resource.

Введение. В настоящее время способы упрочнения деталей, эксплуатируемых в условиях интенсивного абразивного изнашивания, большую группу среди которых составляют рабочие органы почвообрабатывающих машин, изучаются достаточно широко [1-5]. Перспективным способом упрочнения данных деталей является карбовибродуговое упрочнение (КВДУ). Способ позволяет формировать на режущих-лежущих поверхностях рабочих органов высокотвердые металлокерамические покрытия толщиной 1,0...1,1 мм. Сущность рассматриваемого способа упрочнения и технологические рекомендации по его осуществлению подробно рассмотрены во многих научных работах [2, 6-15].

Существенную роль для прогнозирования долговечной работы деталей, упрочненных с использованием данного способа, играет изучение их механических свойств, среди которых важное место занимает микротвердость, и структурного состояния. В настоящее время рядом ученых проведены исследования по определению микротвердости покрытий, формируемых при КВДУ [7, 9, 14]. Однако в большинстве работ исследуется микротвердость вблизи поверхности покрытия, тогда как ее изменение по глубине, которое имеет существенный градиент, до настоящего времени исследовалось весьма ограниченно. В то же время подобные исследования позволяют с большей точностью прогнозировать долговечную работу покрытий данного типа в условиях эксплуатации. Также не до конца изученными являются и особенности микроструктуры покрытий, формируемых при КВДУ на пастах различного состава. В этой связи нами был проведен комплекс соответствующих исследований.

Методы исследования. В качестве материала образцов для проведения исследований использовали сталь 40ГР ГОСТ 4543, т.к. она наиболее близка по химическому составу к тем маркам сталей, из которых изготавливают рабочие органы многие зарубежные компании-производители почвообрабатывающей техники. При формировании покрытий способом КВДУ использовали многокомпонентную пасту, матрицей которой служил порошок ПР-Х30СРНДЮ на железной основе. В работах [8, 15, 16] показано, что порошки данного типа более предпочтительны, чем порошки на никелевой основе вследствие того, что они имеют как более высокие физико-механические свойства, так и существенно более низкую стоимость в сравнении с никелевыми. В качестве упрочняющего компонента паст с учетом рекомендаций, изложенных в работах [2, 6, 8, 12, 15], использовали карбиды бора B_4C и кремния SiC . Содержание высокотвердых компонентов в составе всех паст составляло 25 % по массе [8, 15, 16]. Еще одним компонентом пасты являлся криолит Na_3AlF_6 (10 % по массе). Покрытия

формировали на следующих рациональных режимах: сила тока – 75А, частота вибрации угольного электрода – 25 Гц, скорость перемещения угольного электрода – 4,5 мм/с. Для формирования покрытий использовали автоматизированную установку, созданную на базе установки ВДГУ-2 для КВДУ, которая позволяет изменять скорость перемещения угольного электрода в широких пределах по заданной управляющей программе.

Поперечные шлифы образцов для проведения исследований готовили по стандартным методикам [17]. Для измерения микротвердости покрытий использовали компьютеризированный микротвердомер ПМТ-3М-01. Для исследования микроструктуры покрытий использовали инвертированный микроскоп Olympus GX51.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенные исследования позволили установить, что микротвердость металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ, имеет свои наибольшие значения в их поверхностном слое (рисунок 1 и 2). При использовании в качестве упрочняющего компонента пасты В₄С микротвердость покрытий в среднем составляет 10880 МПа, при использовании SiC – 9775 МПа. Полученные данные имеют хорошую сходимость с результатами исследований, проведенных другими учеными [7, 9, 14]. По мере приближения к границе раздела «покрытие-основа» микротвердость покрытий начинает снижаться вне зависимости от того, какой упрочняющий компонент используется в составе пасты. Вначале снижение микротвердости покрытий не является значительным, а затем микротвердость уменьшается более существенно. На границе раздела «покрытие-основа» значение микротвердости покрытий составляет 4650 МПа при использовании в составе пасты В₄С и 4520 МПа при использовании в составе пасты SiC. Микротвердость материала основы составляет 3100...3350 МПа, причем на этом уровне она остается примерно постоянной по всей глубине исследуемого образца. Постоянство значений микротвердости материала основы говорит об отсутствии зоны термического влияния, что является одним из преимуществ рассматриваемой технологии КВДУ, т.к. при ее использовании за счет вибрации угольного электрода в среднем на 25 % снижается тепловыделение в материал упрочняемого рабочего органа [2, 6, 8, 10].

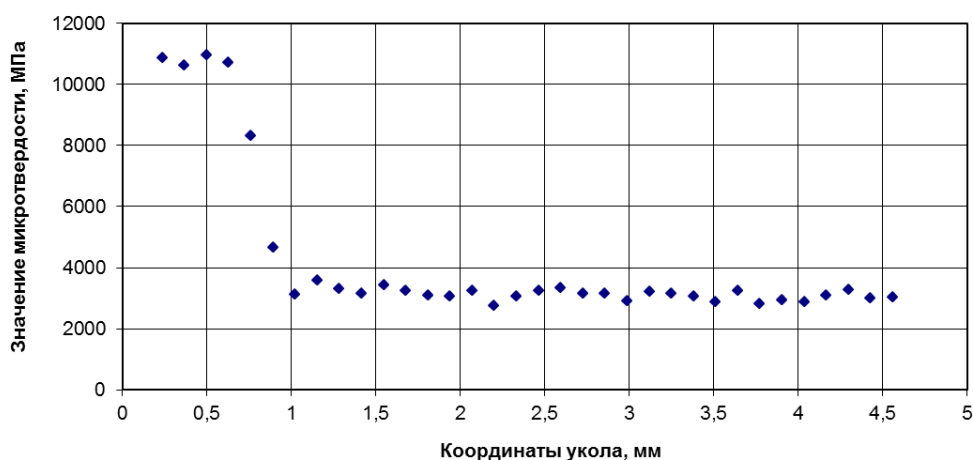


Рис. 1 – Распределение микротвердости по глубине металлокерамического покрытия, полученного при КВДУ с использованием многокомпонентной пасты, содержащей карбид бора В₄С

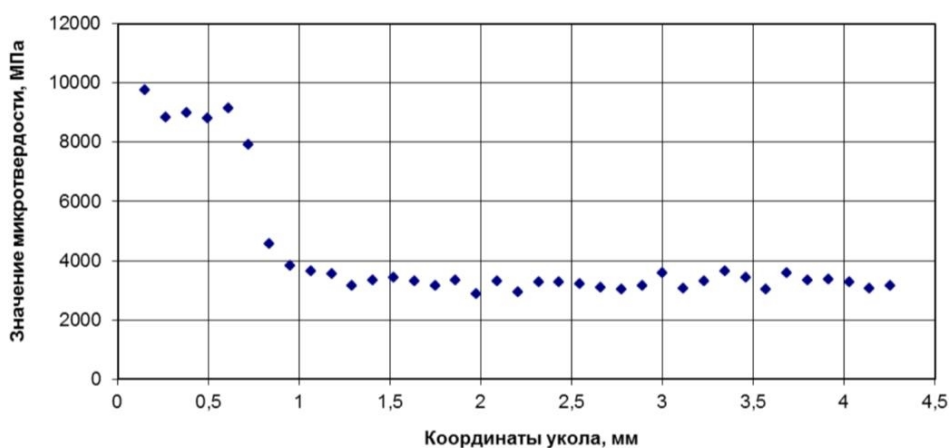


Рис. 2 – Распределение микротвердости по глубине металлокерамического покрытия, полученного при КВДУ с использованием многокомпонентной пасты, содержащей карбид кремния SiC

При исследовании структуры металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ на различных пастах, было установлено, что с использованием вышеуказанных рациональных режимов они формируются плотными, практически беспористыми и не имеют трещин и несплошностей (рисунок 3).

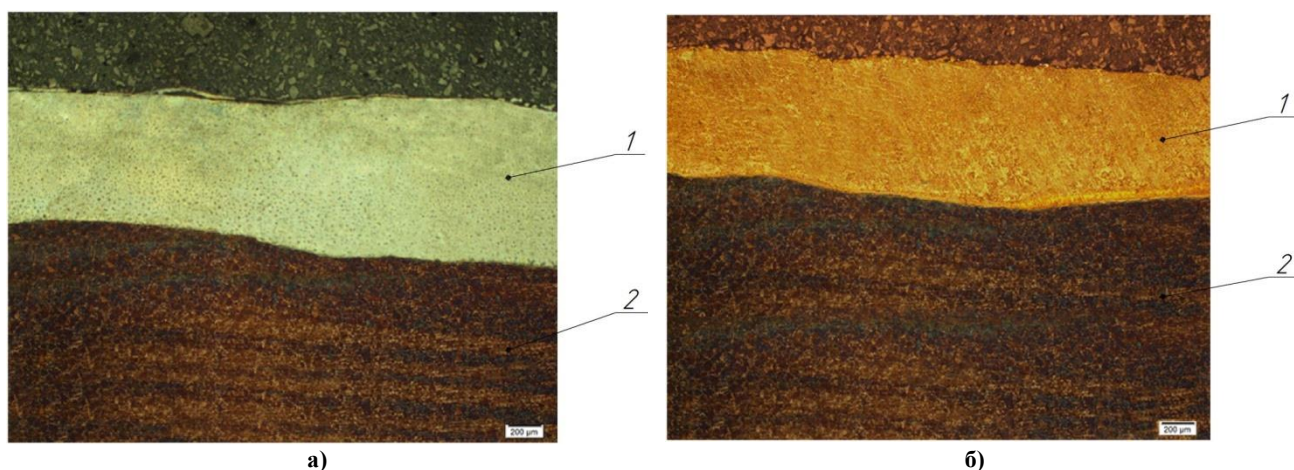


Рис. 3 – Структуры металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ с использованием многокомпонентной пасты, содержащей карбид бора B_4C (а) и карбид кремния SiC (б) (5х): 1 – покрытие; 2 – материал основы

В структуре основной зоны покрытий, сформированных с использованием паст, содержащих B_4C (рисунок 4, а) хорошо видны зерна упрочняющей фазы карбида бора, имеющие как округлую форму, так и форму вытянутых столбчатых дендритов, которые относительно равномерно распределены в металлической матрице. При этом средний размер зерен находится в пределах 10...20 мкм. Структура основной зоны покрытий, сформированных с использованием паст, содержащих SiC (рисунок 4, б) представлена зернами упрочняющей фазы карбида кремния, имеющими преимущественно дендритную структуру и средний размер в пределах 15...20 мкм, которые также относительно равномерно расположены в матрице покрытия.

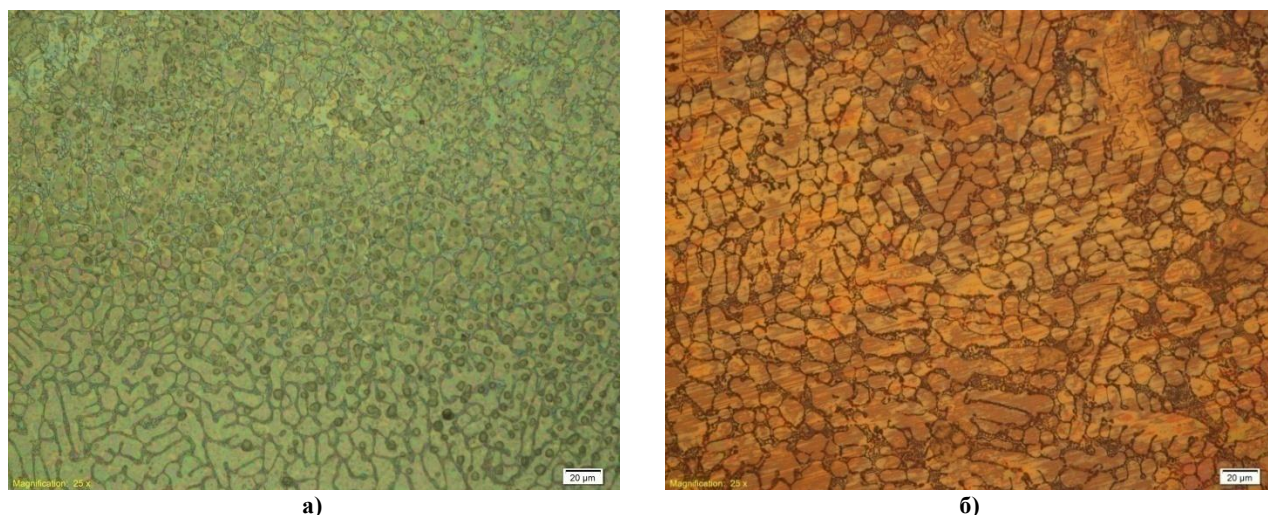


Рис. 4 – Микроструктуры основной зоны металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ с использованием многокомпонентной пасты, содержащей карбид бора B_4C (а) и карбид кремния SiC (б) (50х)

Микроструктура переходной зоны металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ, существенно отличается от микроструктуры их основной зоны вне зависимости от того, какие упрочняющие компоненты используются в составе многокомпонентной пасты для КВДУ. Наиболее существенное отличие связано с тем, что в переходной зоне покрытий упрочняющие фазы присутствуют в минимальном количестве (рисунок 5), а их размеры существенно уменьшаются, что связано, главным образом, с более интенсивным теплоотводом в основной металл. Это, в свою очередь, объясняет тот градиент микротвердости по глубине металлокерамических покрытий, который был установлен нами ранее (рисунки 1 и 2).

Проведенные исследования также показали, что переходная зона сформированных покрытий равномерная, без выраженной области раздела структурных составляющих, что указывает на высокую прочность сцепления покрытий данного типа. Концентрационные кривые распределения элементов в поперечном сечении покрытия показывают, что железо, которое образуется при расплаве как матричного порошка, так и металлической основы, присутствует по всей глубине металлокерамического покрытия. Это характерно как для покрытий, полученных на пастах, содержащих карбид бора, так и для покрытий, содержащих в своем составе карбид кремния. При этом в переходной зоне покрытий наблюдается повышенное содержание железа в сравнении с его основной зоной (рис. 6). Это также подтверждает высокую прочность сцепления покрытий данного типа. Распределение остальных элементов по глубине покрытия является относительно постоянным, только содержание хрома вблизи поверхности покрытия является наибольшим, а затем оно существенно снижается.

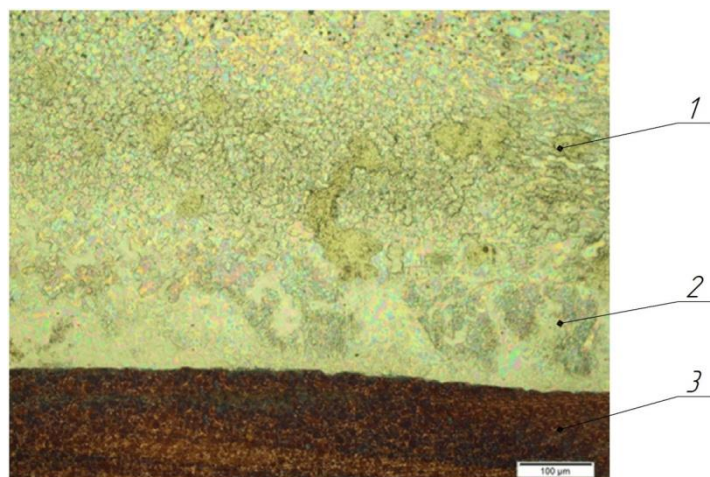


Рис. 5 – Микроструктура переходной зоны металлокерамического покрытия, полученного при КВДУ с использованием многокомпонентной пасты, содержащей карбид бора B_4C (20х): 1 – основная зона покрытия; 2 – переходная зона покрытия; 3 – материал основы

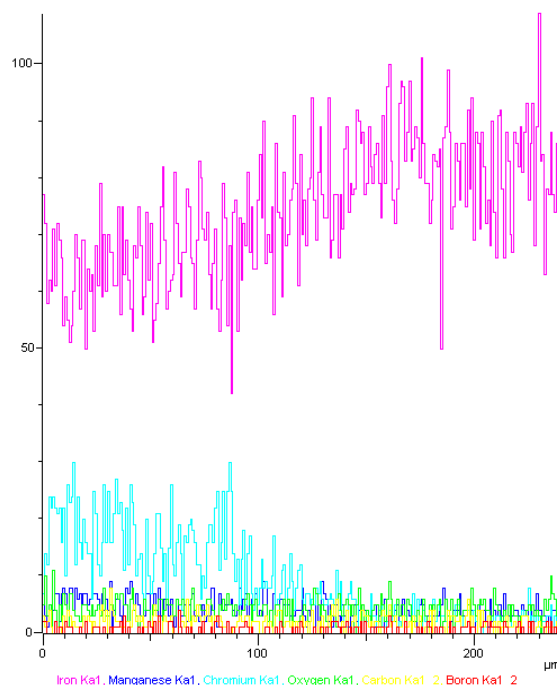


Рис. 6 – Концентрационные кривые распределения элементов в поперечном сечении металлокерамического покрытия, полученного при КВДУ с использованием многокомпонентной пасты, содержащей карбид бора B_4C

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что металлокерамические покрытия, полученные при КВДУ с использованием многокомпонентных паст, содержащих в своем составе матричный порошок ПР-Х30СРНДЮ на железной основе и карбид бора B_4C в качестве упрочняющего компонента, наиболее целесообразно использовать для значительного повышения ресурса рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде.

Выводы. На основании обобщения представленных результатов следует сделать выводы.

1. Металлокерамические покрытия, полученные при КВДУ, независимо от состава используемых при их формировании многокомпонентных паст, имеют градиентное распределение микротвердости по глубине. Вблизи поверхности покрытия она является наибольшей в пределах 9775...10880 МПа, а при приближении к границе раздела «покрытие-основа» снижается до 4520...4650 МПа.

2. Основная зона металлокерамических покрытий, полученных на пастах, содержащих B_4C , имеет зерна упрочняющей фазы карбида бора различной формы средним размером 10...20 мкм, относительно равномерно распределенные в матрице покрытия. Основная зона покрытий, полученных на пастах, содержащих SiC , содержит зерна упрочняющей фазы карбида кремния преимущественно в виде вытянутых столбчатых дендритов средним размером 15...20 мкм, также относительно равномерно расположенные в матрице покрытия.

3. Переходная зона металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ, существенно отличается от их основной зоны тем, что она практически не содержит упрочняющих фаз в своем составе. Концентрационные кривые распределения элементов в поперечном сечении покрытий показывают повышенное содержание железа в переходной зоне, что свидетельствует об их высокой прочности сцепления.

4. Металлокерамические покрытия, полученные при КВДУ с использованием паст, содержащих в своем составе матричный порошок ПР-Х30СРНДЮ на железной основе и В₄С, наиболее целесообразно использовать для значительного повышения ресурса рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде.

Библиография

1. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: монография. – М. : ИНФРА-М, 2019. 155 с.
2. Лялякин В.П., Соловьев С.А., Аулов В.Ф. Состояние и перспектива упрочнения и восстановления деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методами // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 115. С. 96–104.
3. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Волков М.И. Экспериментальная отработка технологического процесса электромеханического упрочнения деталей из стали 65Г // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2(30). С. 78–89.
4. Михальченков А.М., Гуцан А.А., Гапонова В.Е. Повышение износостойкости и межремонтного ресурса плужных лемехов совмещенным способом восстановления и упрочнения // Технология металлов. 2023. № 1. С. 44–48. DOI 10.31044/1684-2499-2023-0-1-44-48.
5. Шарая О.А., Пастухов А.Г., Кравченко И.Н. Инженерия поверхности упрочненных деталей: монография. – М. : ИНФРА-М, 2020. 124 с.
6. Bazhin P.M., Zhidovich A.O., Stolin A.M., Titov N.V., Kolomeichenko A.V., Avdeeva V.V. Features of the carbo-vibroarc surfacing in the development of multicomponent cermet wear-resistant coatings // Surface and Coatings Technology. 2022. T. 429. C. 127952. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2021.127952>.
7. Sharifullin S.N., Adigamov N.R., Adigamov N.N. et al. Surface hardening of cutting elements agricultural machinery vi-bro arc plasma // Journal of Physics: Conference Series. 2016. V. 669. № 1. P. 012049.
8. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н. и др. Технология карбовибродугового упрочнения и целесообразность её использования в агропромышленном комплексе // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 1(33). С. 117–124.
9. Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х., Галиев И.Г. и др. Обработка результатов экспериментальных исследований использования технологий комплексного микроплазменного упрочнения рабочих органов и деталей сельскохозяйственных машин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18. № 3(71). С. 68–75.
10. Муртазин Г.Р., Зиганшин Б.Г., Яхин С.М. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин // Техника и оборудование для села. 2015. № 10. С. 32–34.
11. Kolomeychenko A.V., Titov N.V., Vinogradov V.V. et al. The microstructure of composite cermet coatings produced by carbo-vibroarc surfacing // Welding International. 2017. Vol. 31. № 9. Pp. 739–742. DOI: 10.1080/09507116.2017.1318494.
12. Шарифуллин С.Н., Соловьев Р.Ю., Аракчеева К.С. и др. Упрочнение поверхностей режущих элементов сельскохозяйственных агрегатов вибродуговой плазмой // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 145–151.
13. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Соловьев Р.Ю. и др. Результаты производственной проверки экспериментальных упрочненных износостойкими материалами ножей скоростных плугов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 3(27). С. 90–97.
14. Багринцев О.О., Семешин П.А., Ларин Д.Е. и др. Особенности изменения микротвердости металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ на режущих поверхностях рабочих органов машин // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию высшего аграрного образования в Ивановской области. Иваново : Ивановская ГСХА, 2018. С. 699–703.
15. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н. и др. Повышение ресурса стрельчатых лап почвообрабатывающей техники композитными покрытиями, формируемыми при КВДУ // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 2(42). С. 25–29.
16. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Бажин П.М. и др. Особенности строения композиционных металлокерамических покрытий, формируемых с использованием многокомпонентных паст на железной основе // Композиты и наноструктуры. 2019. Т.11. № 2. С. 64–68.
17. Тупинский Л.И., Плохов А.В., Токарев А.О.и др. Методы исследования материалов: Структура, свойства и процессы нанесения неорганических покрытий. М. : МИР, 2004. 384 с.

References

1. Novikov V.S. Obespecheniye dolgovechnosti rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin: monografiya [Ensuring the durability of the working bodies of soil-cultivating machines: monograph]. – М. : INFRA-M, 2019. 155 p.
2. Lyalyakin V.P., Solov'ev S.A., Aulov V.F. Uprochneniye i vosstanovleniye detalej pochvoobrabatyvayushchikh mashin svarochno-naplavochnymi metodami (obzor) [Hardening and restoration of parts of tillage machines by welding-surfacing methods (review)] // Welding International. 2014. № 7. Pp. 32–36.
3. Pastukhov A.G., Sharaya O.A., Volkov M.I. Eksperimental'naya otrabotka tekhnologicheskogo protsessa elektromekhanicheskogo uprochneniya detaley iz stali 65G [Experimental development of the technological process of electromechanical hardening of parts made of steel 65G] // Innovations in Agricultural Complex: Problems and Perspectives. 2021. № 2(30). Pp. 78–89.
4. Mikhal'chenkov A.M., Gutsan A.A., Gaponova V.Ye. Povysheniye iznosostoykosti i mezhremontnogo resursa pluzhnykh lemekhov sovmeshchennym sposobom vosstanovleniya i uprochneniya [Increase of wear resistance and overhaul life of plow shares by a combined method of restoration and hardening] // Tekhnologiya metallov. 2023. № 1. Pp. 44–48.
5. Sharaya O.A., Pastukhov A.G., Kravchenko I.N. Inzheneriya poverkhnosti uprochnennykh detaley: monografiya [Surface engineering of hardened parts: monograph]. – М. : INFRA-M, 2020. 124 p.
6. Bazhin P.M., Zhidovich A.O., Stolin A.M., Titov N.V., Kolomeichenko A.V., Avdeeva V.V. Features of the carbo-vibroarc surfacing in the development of multicomponent cermet wear-resistant coatings // Surface and Coatings Technology. 2022. T. 429. C. 127952. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2021.127952>.
7. Sharifullin S.N., Adigamov N.R., Adigamov N.N. et al. Surface hardening of cutting elements agricultural machinery vi-bro arc plasma // Journal of Physics: Conference Series. 2016. V. 669. № 1. P. 012049.

8. Titov N.V., Kolomeychenko A.V., Logachev V.N. et al. Tekhnologiya karbovibrodogovogo uprochneniya i tselesoobraznost' yeyo ispol'zovaniya v agropromyshlennom komplekse [Technology of carbo-vibro-arc hardening and expediency of its use in the agro-industrial complex] // Innovations in Agricultural Complex: Problems and Perspectives. 2022. № 1(33). Pp. 117–124.
9. Adigamov N.R., Gimaltdinov I.Kh., Galiev I.G. et al. Obrabotka rezul'tatov eksperimental'nykh issledovaniy ispol'zovaniya tekhnologiy kompleksnogo mikroplazmennogo uprochneniya rabochikh organov i detaley sel'skokhozyaystvennykh mashin [Processing of the results of experimental studies of the use of technologies for complex microplasma hardening of working bodies and parts of agricultural machinery] // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2023. Vol. 18. № 3(71). P. 68–75.
10. Murtazin G.R., Ziganshin B.G., Yakhin S.M. Povyshenie resursa rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Increasing the service life of tillage machines] // Machinery and Equipment for Rural Area. 2015. № 10. Pp. 32–34.
11. Kolomeychenko A.V., Titov N.V., Vinogradov V.V. et al. The microstructure of composite cermet coatings produced by carbo-vibroarc surfacing // Welding International. 2017. Vol. 31. № 9. Pp. 739–742. DOI: 10.1080/09507116.2017.1318494.
12. Sharifullin S.N., Solov'ev R.Yu., Arakcheeva K.S. et al. Uprochnenie poverkhnostey rezhushchikh ehlementov sel'skokhozyaystvennykh agregatov vibrodugovoy plazmoj [Hardening the surfaces of cutting elements of agricultural aggregates by vibro-arc plasma] // Proceedings of GOSNITI. 2016. V. 122. Pp. 145–151.
13. Titov N.V., Kolomeychenko A.V., Solov'ev R.YU. i dr. Rezul'taty proizvodstvennoj proverki ehksperimental'nykh uprochnennykh iznosostojkimi materialami nozhej skorostnykh plugov [Results of production inspection of experimental blades of high-speed ploughs hardened with wear-resistant materials] // Innovations in Agriculture: Problems and Perspectives. 2020. № 3(27). Pp. 90–97.
14. Bagrintsev O.O., Semeshin P.A., Larin D.E. et al. Osobennosti izmeneniya mikrotverdosti metallokeramicheskikh pokrytiy, poluchennykh pri KVDU na rezhushchikh poverkhnostyakh rabochikh organov mashin [Features of changes in the microhardness of metal-ceramic coatings obtained with KVDU on the cutting surfaces of the working bodies of machines] // Agrarian science in the context of modernization and innovative development of the agro-industrial complex of Russia: collection of materials of the All-Russian scientific and methodological conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of higher agricultural education in the Ivanovo region. Ivanovo : Ivanovo State Agricultural Academy, 2018. Pp. 699–703.
15. Titov N.V., Kolomeichenko A.V., Logachev V.N. et al. Povysheniye resursa strel'chatykh lap pochvoobrabatyvayushchey tekhniki kompozitnymi pokrytiyami, formiruyemyimi pri KVDY [Increasing the service life of arrow-shaped paws of tillage machinery using composite coatings formed during CVAH] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2024. № 2(42). P. 25–29.
16. Titov N.V., Kolomeichenko A.V., Bazhin P.M. et al. Osobennosti stroyeniya kompozitsionnykh metallokeramicheskikh pokrytiy, formiruyemykh s ispol'zovaniyem mnogokomponentnykh past na zheleznoy osnove [Features of the structure of composite metal-ceramic coatings formed using multicomponent iron-based pastes] // Composites and Nanostructures. 2019. Vol. 11. № 2. P. 64–68.
17. Tushinsky L.I., Plokhov A.V., Tokarev A.O., et al. Metody issledovaniya materialov: Struktura, svoystva i protsessy naneseniya neorganicheskikh pokrytiy [Methods of studying materials: Structure, properties and processes of applying inorganic coatings]. Moscow : MIR, 2004. 384 p.

Сведения об авторах

Титов Николай Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина, д. 69, г. Орел, Россия, 302019, тел. +7 4862 43-19-79, e-mail: ogau@mail.ru.

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

Логачев Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина, д. 69, г. Орел, Россия, 302019, тел. +7 4862 43-19-79, e-mail: logvovan@mail.ru.

Зайцев Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина, д. 69, г. Орел, Россия, 302019, тел. +7 4862 43-19-79, e-mail: serjtft@mail.ru.

Information about authors

Titov Nikolay Vladimirovich, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Head of the Reliability and Machine Repair Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», General Rodin St. 69, Orel, Russia, 302019, tel. +7 4862 43-19-79, e-mail: ogau@mail.ru.

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

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

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

УДК 636.2.034: 631.3

В.Ф. Ужик, П.Ю. Кокарев

МАШИННОЕ ДОЕНИЕ КОРОВ РОЛИКОВЫМ ДЕФОРМАТОРОМ

Аннотация. Отрасль машинного доения главным образом основана на более примитивном принципе выдаивания молока с использованием вакуумметрического давления в подсосковом пространстве в качестве основного воздействия на сосок вымени коровы. Противоречивость данного способа заключена в неприспособленности физиологического устройства вымени к значениям вакуумметрического давления, используемых в доильных аппаратах отсасывающего принципа действия. Однако благодаря относительно надежной конструкции и возможности гибкого управления режимными параметрами в процессе доения данный тип устройств на сегодняшний день принят основным на производственных площадках. Проведя анализ существующих конструкций доильных аппаратов выжимающего принципа действия, применяющих в качестве главного воздействия на сосок механическое усилие, мы пришли к выводу, что развитие устройств в этом направлении необходимо ввиду их многочисленных преимуществ. Предлагаемые устройства разнообразны по виду рабочего органа, контактирующего через сосковую трубку с соском. Обзор конструкций деформаторов позволил нам создать их графическую классификацию и заключение, что наиболее выгодным решением будет применение в качестве сжимающего сосок устройства пары роликов, сводящейся у основания соска и прокатывающейся к его сфинктеру. Предложена конструкция доильного стакана с описанием работы силового механизма и приведена математическая модель с выводом основных параметров, таких как усилие прижатия ролика к направляющей равное 21 Н и вакуумметрическое давление в пневмоцилиндре, зависящие от диаметра роликов, положения деформатора на вертикальной оси, диаметра пневмоцилиндра. Итоговое значение необходимого вакуумметрического давления в пневмоцилиндре при рациональных габаритах доильного стакана составило 47 кПа, что не требует модернизации текущего оборудования на действующих молочных фермах для внедрения нашего устройства.

Ключевые слова: доильный стакан, вакуумметрическое давление, сжатие, ролик, пневмоцилиндр, сосок вымени.

MILKING OF COWS IN THE SQUEEZING-OUT WAY

Abstract. The machine milking industry is mainly based on the more primitive principle of milking milk using vacuum pressure in the suckling space as the main effect on the nipple of the cow's udder. The inconsistency of this method lies in the unsuitability of the physiological device of the udder to the values of the vacuum pressure used in milking machines of the suction principle of action. However, due to the relatively reliable design and the possibility of flexible control of operating parameters during the milking process, this type of device is currently accepted as the main one on production sites. After analyzing the existing structures of milking machines of the squeezing principle of operation, using mechanical force as the main effect on the nipple, we came to the conclusion that the development of devices in this direction is necessary due to their numerous advantages. The proposed devices are diverse in the type of working organ in contact with the nipple through the nipple tube. A review of the deformer designs allowed us to create their graphical classification and conclude that the most advantageous solution would be to use a pair of rollers as a nipple-compressing device, which converges at the base of the nipple and rolls towards its sphincter. A milking cup design is proposed with a description of the operation of the power mechanism and a mathematical model is presented with the output of the main parameters, such as the force of pressing the roller against the guide equal to 21 N and the vacuum pressure in the pneumatic cylinder, depending on the diameter of the rollers, the position of the deformer on the vertical axis, and the diameter of the pneumatic cylinder. The final value of the required vacuum pressure in the pneumatic cylinder with the rational dimensions of the milking cup was 47 kPa, which does not require upgrading the current equipment on existing dairy farms to implement our device.

Keywords: teat cups, vacuum pressure, compression, roller, pneumatic cylinder, teats of the udder.

Введение. Значимость применения автоматизации и механизации в современных методах ведения хозяйства трудно переоценить. Помимо облегчения труда работников и ускорения темпов производства внедрение инженерных систем исключает множество негативных факторов, связанных с применением ручной силы или отсутствием непрерывного контроля. Молочная отрасль с давних пор оборудуется различными автоматизированными системами, в том числе доильными аппаратами, разрабатываемыми в принципиально отличающихся направлениях [1]. Однако сложности при разработке оптимальной конструкции неизбежны при любом известном способе доения и связаны главным образом по ряду причин [2]:

- неравномерное развитие долей вымени;
- отличие размера сосков;
- ограничение времени припуска;
- травмирующее влияние высокого вакуумметрического давления;
- адаптивность в процессе доения;
- тревожность животного и т.д.

Машинное доение – один из завершающих этапов в получении качественного продукта и при условии правильного кормления и соответствующего содержания коров именно на нем лежит высокая ответственность [3, 4].

За счет надежной и относительно несложной конструкции наиболее высокую популярность приобрели доильные аппараты отсасывающего принципа действия [5, 6]. Однако их основой служит высокое вакуумметрическое давление, к которому не приспособлено физиологическое устройство вымени. Такой способ значительно увеличивает риск воспаления молочной железы, что помимо вреда здоровью животного и сказывается на качестве и количестве получаемого молока. Процесс кормления теленка матерью не предполагает высоких перепадов давлений, в то время как волнообразные движения языка оказывают решающее действие в извлечении молока из полости соска, при этом совершая важнейшие массажные воздействия на рефлексогенные области кормилицы [7]. Стимуляция таких зон приводит к образованию гормона окситоцина, выделяющегося в кровь и активно влияющему на молокоотдачу [8, 9].

Стремления имитировать воздействия на сосок, оказываемые теленком при кормлении, привели к созданию доильных аппаратов выжимающего принципа действия, в которых реализовано дополнительное воздействие деформаторов, способствующее выдаиванию молока из полости соска, в то время как небольшое вакуумметрическое давление служит для

удержания доильного стакана на вымени и выведения молока в емкость. При этом наличие дополнительных механизмов может привести к снижению надежности, увеличению габаритов или использованию дополнительных источников энергии, таких как сжатый воздух или электричество.

Проведенный обзор существующих конструкций доильных аппаратов выжимающего принципа действия говорит о недостаточном исследовании в этом направлении и необходимости в поиске наиболее рациональной конструкции механизма выжимания доильного стакана [10].

Приняв за основу достаточно известный процесс выведения молока теленком, в котором волнообразное движение языка совместно с небольшим разрежением, не достигающим 25 кПа (в доильном стакане отсасывающего принципа 40...65 кПа), можно говорить об основном требовании к конструкции деформаторов доильного стакана. При этом важно отметить, что нарастание вакуумметрического давления в полости рта теленка продолжается до пережатия языком основания соска. В этот момент давление наибольшее и остается таким до конца процесса выжимания молока. Последовательность механического воздействия языка аналогична ручному доению, однако пережатие соска пальцами дояра значительно выше. Такой порядок действий способствует достижению максимального рефлекса молокоотдачи [11, 12].

Следуя основополагающим принципам выведения молока из вымени коровы, можно утверждать, что выжимающий принцип доения наиболее щадящий и перспективный, дальнейшие поиски конструкций и совершенствование существующих непременно дадут свой результат и приведут к созданию конкурентноспособных выжимающих доильных аппаратов. Анализ предложенных доильных аппаратов выжимающего типа позволил нам создать общую их классификацию по сходствам и различиям конструктивных элементов (рисунок 1) [11-13].

Принимая во внимание физиологию процесса кормления теленка, мы пришли к выводу, что наилучшее воздействие, имитирующее движение языка, окажет пара роликов, прокатывающихся по сосковой трубке, сжимая ее сверху вниз вместе с соском [14]. Таким образом, сосковый канал пережимается кратковременно и только в месте сближения роликов, за счет этого наполнение молоком полости соска над роликами начинается уже в процессе выжимания.

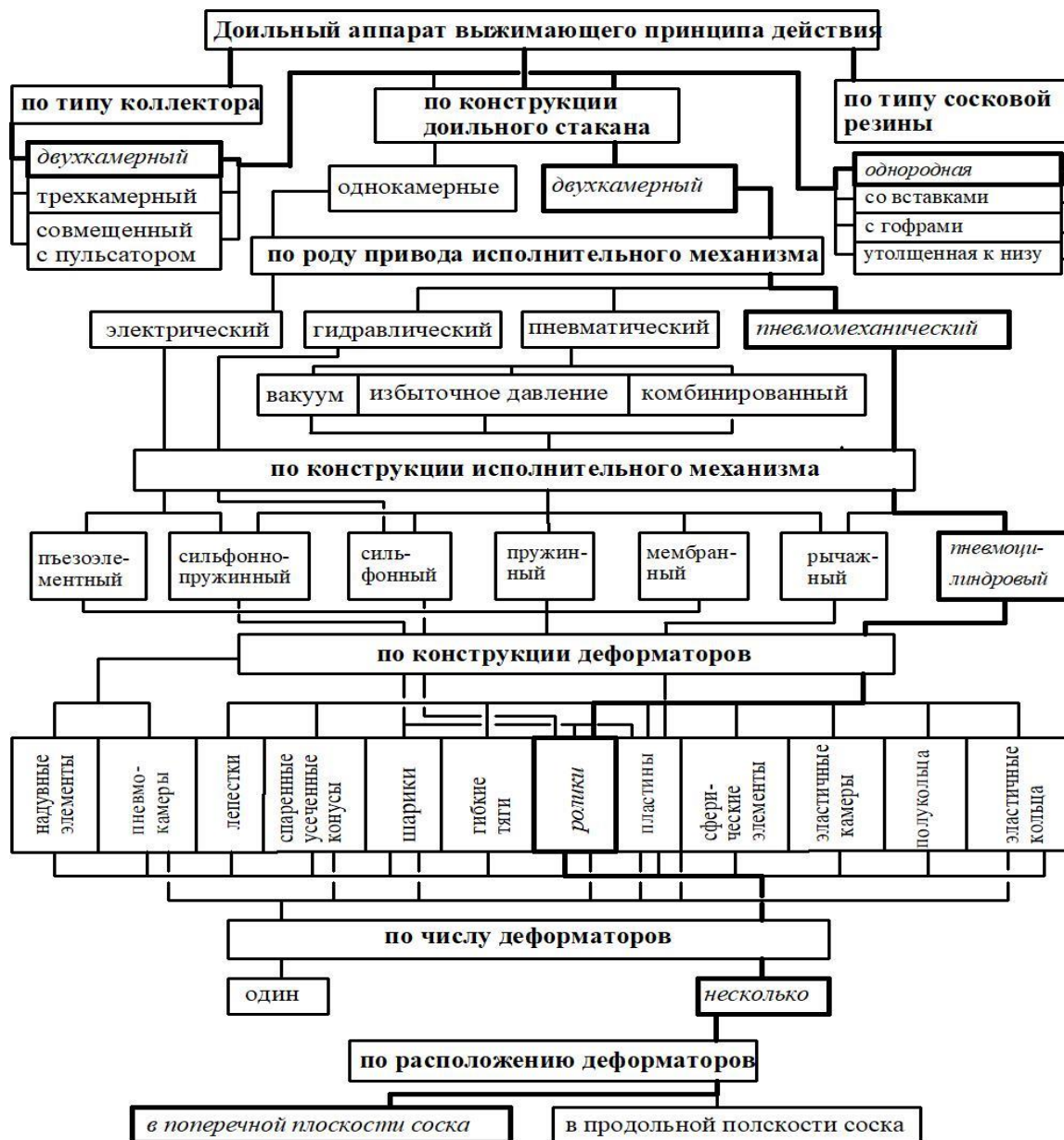
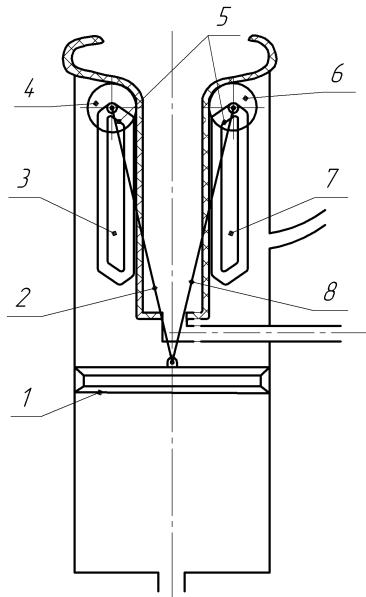
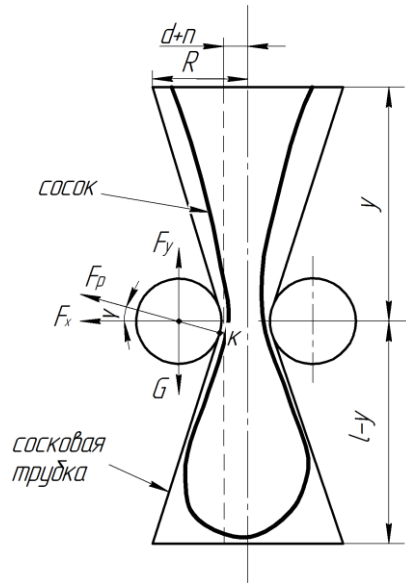


Рис. 1 – Классификация доильных стаканов выжимающего и выдавливающего принципов действия

Объект и методы исследований. В разработанном нами устройстве (рисунок 2, а) сближение и разведение роликов 4 и 6 обеспечивают направляющие 3 и 7, закрепленные на противоположных сторонах корпуса. Для этого внутренние и наружная границы паза направляющих 3 и 7 имеют выступы со смещенными относительно друг друга центрами радиусов скруглений, позволяющих сближать и разводить оси роликов 4 и 6 при смене такта. А также наклонные поверхности 5, обеспечивающие такт выжимания при движении роликов 4, 5 и их осей вниз, и такт отдыха при подъеме деформатора вверх. Приводным механизмом служит поршень пневмоцилиндра 1, который соединен тягами 2 и 8 с осями роликов 4 и 6 [15].



1 – поршень; 2, 8 – тяги; 3, 7 – направляющие;
4, 6 – ролики; 5 – наклонные поверхности направляющих



F_p – равнодействующая сил, Н; F_x – сила сопротивления по оси абсцисс, Н; F_y – сила сопротивления по оси ординат, Н; G – вес деформатора, Н; l – длина сосковой трубки, м; y – координата ролика, м; R – наружный радиус сосковой трубки, м; n – толщина тканей соска, м; d – толщина сосковой резины, м; γ – угол равнодействующей сил

а) б)

Рис. 2 – Конструктивные элементы доильного стакана (а) и схема распределения усилий в такте выжимания (б)

Результаты исследований. Для описания переходных процессов, происходящих в устройстве, нами представлено выражение (1), описывающее сумму сил сопротивления ролику, спроецированную на горизонталь для определения прижатия оси ролика в различных положениях деформатора на вертикальной оси (рисунок 2, б):

$$N = (P_{изв} - P_{п}) \frac{\pi^2 (R_c - n) \sqrt{(R - d - n)^2 + (l - y)^2} \left(R - 2n - \frac{3d}{2} \right)}{8(R - d - n)} \times$$

$$\times \cos \left[\begin{aligned} & \left(360^\circ - \arcsin \frac{l - y}{\sqrt{(l - y)^2 + (R - n - d - r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{(l - y)^2 + (R - n - d - r)^2}} - \right. \\ & \left. - \arcsin \frac{y}{\sqrt{y^2 + (R - n - d - r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{y^2 + (R - n - d - r)^2}} \right) \end{aligned} \right] +$$

$$2,9\pi \left[180^\circ - \arcsin \frac{l - y}{\sqrt{(l - y)^2 + (R - n - d - r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{(l - y)^2 + (R - n - d - r)^2}} \right]$$

$$+ \frac{E \frac{\pi r}{90} \left[\begin{aligned} & \left(360^\circ - \arcsin \frac{l - y}{\sqrt{(l - y)^2 + (R - n - d - r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{(l - y)^2 + (R - n - d - r)^2}} - \right. \\ & \left. - \arcsin \frac{y}{\sqrt{y^2 + (R - n - d - r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{y^2 + (R - n - d - r)^2}} \right) \end{aligned} \right]}{d + \pi(R - n - d) + 2n} \times$$

$$\times \left[\left(\frac{n + \frac{3d}{4}}{n + \frac{d}{2}} \right) \left(R - \frac{d}{4} \right) - \left(\frac{n + \frac{d}{4}}{n + \frac{d}{2}} \right) \left(R - \frac{d}{2} \right) - 2 \right] +$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{E4d}{180} \frac{dr}{\pi(R-n-d)} \left[\begin{aligned} & 360^\circ - \arcsin \frac{l-y}{\sqrt{(l-y)^2 + (R-n-d-r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{(l-y)^2 + (R-n-d-r)^2}} - \\ & - \arcsin \frac{y}{\sqrt{y^2 + (R-n-d-r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{y^2 + (R-n-d-r)^2}} \end{aligned} \right] \times \\
 & \times \left[\begin{aligned} & R-n-d - \left(1 - \frac{n+\frac{d}{2}}{R-\frac{d}{2}} \right) \left(R - \frac{3}{4}d \right) \quad R-n-d - \left(1 - \frac{n+\frac{d}{2}}{R-\frac{d}{2}} \right) \left(R - \frac{d}{4} \right) \\ & \left(1 - \frac{n+\frac{d}{2}}{R-\frac{d}{2}} \right) \left(R - \frac{3}{4}d \right) \quad \left(1 - \frac{n+\frac{d}{2}}{R-\frac{d}{2}} \right) \left(R - \frac{d}{4} \right) \end{aligned} \right] + \\
 & + \left[\begin{aligned} & E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \varphi} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\varphi + \\ & + E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{l-y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \beta} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \beta}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\beta \end{aligned} \right] \cdot \sin \left(90^\circ - \arctg \frac{l-y}{R-d-n} \right) + \\
 & + \left[\begin{aligned} & E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \varphi} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\varphi + \\ & + E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{l-y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \beta} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \beta}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\beta \end{aligned} \right] \cdot \sin \left(90^\circ - \arctg \frac{y}{R-d-n} \right)
 \end{aligned} \quad (1)$$

где D – диаметр пневмоцилиндра, м; N – нормальная сила прижатия роликов к вертикальной поверхности направляющей, Н; k – коэффициент трения скольжения оси ролика о поверхность направляющей; R_c – радиус соска, м; r – радиус ролика, м; $P_{изв}$ – разность давлений начала извлечения молока, Па; P_{II} – вакуумметрическое давление в подсосковой камере, Па; E – модуль Юнга сосковой резины, кг/м²; n – толщина стенки соска, м; d – толщина сосковой резины, м; l – длина соска, м; y – вертикальная координата ролика, м; l_n – предварительное натяжение сосковой резины, м; f – коэффициент трения качения ролика по сосковой резине, м; G – вес деформатора, кг.

Выражение (2) описывает математическую зависимость необходимой величины вакуумметрического давления в пневмоцилиндре в зависимости от диаметра пневмоцилиндра, величины натяжения сосковой трубки и вертикальной координаты ролика в виде:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{вак}} = & \frac{8Nf}{r\pi D^2} + (P_{\text{изв}} - P_{\text{II}}) \frac{\pi(R_c - n) \sqrt{(R-d-n)^2 + (l-y)^2} \left(R - 2n - \frac{3d}{2} \right)}{D^2(R-d-n)} \times \\
 & \times \cos \left[\begin{aligned} & 360^\circ - \arcsin \frac{l-y}{\sqrt{(l-y)^2 + (R-n-d-r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{(l-y)^2 + (R-n-d-r)^2}} - \\ & - \arcsin \frac{y}{\sqrt{y^2 + (R-n-d-r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{y^2 + (R-n-d-r)^2}} \end{aligned} \right] + \\
 & + 2,9\pi \left[180^\circ - \arcsin \frac{l-y}{\sqrt{(l-y)^2 + (R-n-d-r)^2}} - \arccos \frac{r}{\sqrt{(l-y)^2 + (R-n-d-r)^2}} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + 8 \left(E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \varphi} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\varphi + \right. \\
 & \left. + E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{l-y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \beta} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \beta}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\beta \right) \cdot \frac{\cos \left(90^\circ - \arctg \frac{y}{R-d-n} \right)}{\pi D^2} - \\
 & - 8 \left(E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \varphi} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\varphi + \right. \\
 & \left. + E\pi d \frac{2R-d}{2} \int_{\arctg \frac{l-y}{R-d-n}}^{90^\circ} \left(\frac{y}{l \cdot \sin \beta} + \frac{l-y}{l \cdot \sin \left(\arctg \frac{(l-y) \cdot \operatorname{tg} \beta}{y} \right)} - 1 + \frac{l_n}{l} \right) d\beta \right) \cdot \frac{\cos \left(90^\circ - \arctg \frac{l-y}{R-n-d} \right)}{\pi D^2} + \\
 & + \frac{8kN-4G}{\pi D^2}
 \end{aligned} \quad (2)$$

Исходя из полученного максимального значения усилия нормального прижатия оси ролика составляющего 21 Н по выражению (1), расчетным вакуумметрическим давлением в полости пневмоцилиндра следует принимать 47 кПа при деформированном натяжении сосковой трубки 11 мм, диаметре ролика 10 мм и диаметре пневмоцилиндра 7 мм. Модуль Юнга при этом принимали равным 2×10^6 Н/м², давление открытия принято сфинктера 10 кПа, вакуумметрическое давление в подсосковой камере 20 кПа, а коэффициент трения качения ролика по резине и коэффициент трения скольжения оси ролика о поверхность направляющей 0,2 и 0,02, соответственно.

Выводы. На основании обобщения полученных результатов делаем следующие выводы.

1. Сформированная классификация доильных аппаратов выжимающего принципа действия позволила нам увидеть общую картину разнообразия конструктивных решений и выбрать свой оптимальный путь в создании доильного аппарата.
2. Предлагаемая конструкция доильного аппарата, согласно расчетам, предназначена для вакуумных магистралей способных поддерживать давление на уровне 47 кПа, что вполне соответствует текущему оснащению действующих молочных ферм и не требует дополнительного оборудования для внедрения нашей конструкции.
3. Следует отметить, что в конструкциях с роликовым деформатором равнодействующая сил сопротивления продольной деформации сосковой резины меняет угол в зависимости от положения деформатора, вместе с тем проекция силы на вертикальную ось меняет не только значение, но и направление, способствуя движению ролика вниз после прохождения середины сосковой трубки в такте выжимания.
4. Выжимание молока прокатыванием роликами оказывает массажное воздействие важнейших рефлексогенных зон соска, и в отличие от доильных стаканов отсасывающего принципа, в которых происходит скачкообразное схлопывание сосковой трубки в такте отдыха, сводит к минимальному риску нанесения вредного воздействия молочной железы вымени животного и тканям соска.

Библиография

1. Ульянов В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов: монография. Рязань : РГАТУ. 2012. 112 с.
2. Гордиевских М.Л. Повышение эффективности машинного доения коров путем совершенствования технологического процесса и технических средств учета текущих физиологических потребностей животных. Автореф. дис. докт. техн. наук. Челябинск. 2006. 32 с.
3. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». Екатеринбург : Изд-во УрО РАН. 2001. 178 с.
4. Винников И.К., Забродина О.Б. Основные проблемы и концепция модернизации автоматизированных технологий и установок для доения коров // Вестник аграрной науки Дона. 2011. Вып. 4(16). С. 25–31.
5. Машинное доение коров и первичная обработка молока (технология производства, контроль качества молока): монография / С. Н. Алейник, И. В. Брыло, А. В. Турьянский [и др.]; ред. О. А. Чехунов ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [и др.]. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. 292 с. ISBN 978-5-6047968-1-8.
6. Петухов Н.А., Петухов В.Н. и Диденко А.А. Перспективные направления разработки доильных аппаратов // Техника и оборудование для села. 2009. № 9. С. 23–25.
7. Миронова Т.А., Муромцев А.Б. Соответствие современных доильных систем физиологическим процессам лактации и молоковыведения у коров // Зоотехния. 2014. № 4. С. 23–24.
8. Шулятьев В.Н., Рылов А.А. Машинное доение коров (Привязное содержание): монография. Киров : Вятская ГСХА, 2017. 198 с.
9. Попов А.А., Крылов О.Н. Рациональный выбор доильной установки // Сельский механизатор. 2010. № 5. С. 26–27.
10. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет: монография. Белгород : изд-во БелГСХА. 2009. 485 с.
11. Кирсанов В.В., Шукин К.С., Легеза В.Н. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 64–65.

12. Пат. № 2491812 RU, МПК 51 C1, A 01 J5/04. Доильный стакан выжимающего принципа действия / В. Ф. Ужик, П. Ю. Кокарев (RU). №2012122937/13; Заявлено 4.06.2012.; Оpubл. 10.09.2013.; Бюл. № 25.
13. Пат. № 2109443 RU, МКИ A 01 J 5/04. Доильный аппарат / В. Ф. Ужик, В. В. Кучумов (RU). №96106465/13; Заявлено 2.04.96.; Оpubл. 27.04.98.; Бюл. № 12.
14. Карташов Л.П., Соловьев С.А., Асманкин Е.М., Макаровская З.В. Расчет исполнительных механизмов биотехнической системы. Екатеринбург : УрО РАН, 2002. 180 с.
15. Пат. № 2571796 RU, МПК 51 C1, A 01F 5/00. Доильный аппарат / В. Ф. Ужик, О. В. Ужик, П. Ю. Кокарев, А. А. Фурсенко, Д. Н. Клесов (RU). №2012122937/13; Заявлено 4.06.2012.; Оpubл. 10.09.2013.; Бюл. № 25.

References

1. Ulyanov V.M. Konstruktsiya i ekspluatatsiya doil'nykh apparatov [Design and operation of milking machines]: monograph. Ryazan : RGATU. 2012. 112 s.
2. Gordievskikh M.L. Povyshenie effektivnosti mashinnogo doeniya korov putem sovershenstvovaniya tekhnologicheskogo protsessa i tekhnicheskikh sredstv ucheta tekushchikh fiziologicheskikh potrebnostey zhivotnykh [Improving the efficiency of machine milking of cows by improving the technological process and technical means of taking into account the current physiological needs of animals]. Avtoref. Dis. Doct. Tech. nauk Chelyabinsk. 2006. 32 s.
3. Solovyov S.A., Kartashov L.P. Ispolnitelnye mekhanizmy sistemy «chelovek – mashina – zhivotnoe» [Executive mechanisms of the «man – machine – animal» system]. Yekaterinburg : izd-vo UrO RAN. 2001. 178 s.
4. Vinnikov I.K., Zabrodina O.B. Osnovnye problemy i koncepczii modernizatsii avtomatizirovannykh tekhnologiy i ustanovok dlya doeniya korov [The main problems and the concept of modernization of automated technologies and installations for milking cows] // Vestnik agrarnoy nauki Dona. 2011. № 4(16). S. 25–31.
5. Mashinnoe doenie korov i pervichnaya obrabotka moloka (tekhnologiya proizvodstva, kontrol' kachestva moloka) [Machine milking of cows and primary milk processing (production technology, milk quality control)]: monograph / S. N. Aleynik, I. V. Brylo, A. V. Turyansky [et al.]; ed. O. A. Chekhov; Ministry of Agriculture of the Russian Federation [I drugie]. Belgorod : Belgorodsky GAU, 2023. 292 p. ISBN 978-5-6047968-1-8: 1 s.
6. Petukhov N.A., Petukhov V.N. and Didenko A.A. Perspektivnye napravleniya razrabotki doil'nykh apparatov [Promising directions for the development of milking machines] // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2009. № 9. S. 23–25.
7. Mironova T.A., Muromtsev A.B. Sootvetstvie sovremennykh doil'nykh sistem fiziologicheskim protsessam laktatsii i molokovyvedeniya u korov [Compliance of modern milking systems with physiological processes of lactation and lactation in cows] // Zootechnia. 2014. № 4. S. 23–24.
8. Shulyatyev V.N., Rylov A.A. Mashinnoe doenie korov (Privyaznoe soderzhanie) [Machine milking of cows (Tethered maintenance)]: monographia. Kirov : Vyatskaya GSHA, 2017. 198 s.
9. Popov A.A., Krylov O.N. Ratsional'nyy vybor doil'noy ustanovki [Rational choice of a milking machine] // Selskiy mekhanizator. 2010. № 5. S. 26–27.
10. Uzhik V.F. Adaptivnoe doil'noe oborudovanie. Teoriya i raschet [Adaptive milking equipment]. Theory and calculation: a monographia. Belgorod : izd-vo BelGSHA. 2009. 485 s.
11. Kirsanov V.V., Shchukin K.S., Legeza V.N. Napravleniya sovershenstvovaniya ispolnitel'nykh mekhanizmov doil'nykh ustanovok [Directions for improving the executive mechanisms of milking machines] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 1. S. 64–65.
12. Pat. № 2491812 RU, МПК 51 C1, A 01 J5/04. Doil'nyy stakan vyzhimayushhego principa dejstviya [Milking cup with squeezing principle of action] / V. F. Uzhik, P. Yu. Kokarev (RU). № 2012122937/13; Declared 6.04.2012.; Opubl. 9.10.2013.; Bull. № 25.
13. Pat. № 2109443 RU, МКИ A 01 J 5/04. Doil'nyy apparat [Milking machine] / V. F. Uzhik, V. V. Kuchumov (RU). № 96106465/13; Declared 4.02.96; Opubl. 4.27.98.; Bull. № 12.
14. Kartashov L.P., Solovyov S.A., Asmankin E.M., Makarovskaya Z.V. Raschet ispolnitel'nykh mekhanizmov biotekhnicheskoy sistemy [Calculation of executive mechanisms of a biotechnical system]. Yekaterinburg : UrO RAN, 2002. 180 s.
15. Pat. № 2571796 RU, МПК 51 C1, A 01F 5/00. Doil'nyy apparat [Milking machine] / V. F. Uzhik, O. V. Uzhik, P. Yu. Kokarev, A. A. Fursenko, D. N. Klesov (RU). № 2012122937/13; Declared 06.04.2012.; Opubl. 09.10.2013; Bull. № 25.

Сведения об авторах

Ужик Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-81, e-mail: Uzhik_VF@belgau.ru.

Кокарев Павел Юрьевич, преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7-951-575-92-79, e-mail: Kokarev_PY@belgau.ru.

Information about authors

Uzhik Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, 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», str. Vavilova, 1, 308503, Maysky, Belgorod region, Russia, tel. +74722 39-23-81, e-mail: Uzhik_VF@belgau.ru.

Kokarev Pavel Yuryevich, teacher 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», str. Vavilova, 1, 308503, Maysky, Belgorod region, Russia, tel. +7-951-575-92-79, e-mail: Kokarev_PY@belgau.ru.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 631.84:631.816.3:631.559:633.11«321»

М.А. Куликова, В.И. Желтухина

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В данной статье приводятся анализы данных полевых опытов 2021-2024 гг., касающиеся важной составляющей агротехнологии яровой пшеницы – использования минеральных удобрений и некорневых подкормок и их влияние на формирование урожая зерна высокого качества.

Полученные данные позволили сделать выводы о влиянии некорневых подкормок и сульфата аммония на изменение длины вегетационного периода, сокращение которого наблюдалось на фоне с применением сульфата аммония N₆₀ в период всходы-созревание на вариантах с применением некорневых подкормок на 2-8 суток в сравнении с контролем (без некорневых подкормок), в период посев-созревание на 4-6 суток.

Некорневые подкормки в сочетании с сульфатом аммония оказывали положительное влияние на формирование элементов структуры продуктивности растений яровой пшеницы во все годы исследований. В среднем за 4 года на варианте Фертигрейн фолиар на фоне сульфата аммония была сформирована наибольшая длина колоса 12,6 см, число зерен в колосе 15,7 шт./раст., число зерен в колосе 32,3 шт./раст., лучшая масса зерна с колоса 1,38 г.

Хорошая урожайность зерна пшеницы была получена на фоне без сульфата аммония и в среднем за 4 года варьировала от 3,16 т/га (на контроле без некорневых подкормок и без сульфата аммония) до 3,87 т/га при подкормке Фертигрейн фолиар. Наибольшая прибавка урожая и содержание белка в зерне на этом фоне получены при некорневой подкормке Фертигрейн фолиар – 0,71 т/га или 22,5 % и 13,2 % белка, что соответствует зерну 3-го класса.

Лучшая урожайность получена при внесении сульфата аммония N₆₀, она изменялась от 3,28 до 4,20 т/га, наибольшую прибавку и содержание белка по отношению к контролю (без некорневых подкормок только сульфат аммония) обеспечил вариант опыта с подкормкой Фертигрейн фолиар – 0,92 т/га или 28,0 % и 14,6 % белка, что соответствует зерну 1-го класса.

Ключевые слова: яровая пшеница, удобрения, некорневые подкормки, сульфат аммония, структура урожая, урожайность, качество зерна.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZER AND FOLIAR FEEDING ON THE FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

Abstract. This article presents the analysis of field experiment data from 2021-2024 concerning an important component of spring wheat agricultural technology – the use of mineral fertilizers and foliar feeding and their impact on the formation of high-quality grain yield. The obtained data allowed us to draw conclusions about the impact of foliar feeding and ammonium sulfate on the change in the length of the growing season, the reduction of which was observed against the background of the use of ammonium sulfate N₆₀ during the germination-ripening period in variants with the use of foliar feeding for 2-8 days compared to the control (without foliar feeding), during the sowing-ripening period for 4-6 days. Foliar feeding in combination with ammonium sulfate had a positive effect on the formation of structural elements of spring wheat plant productivity in all years of research. On average, over 4 years, the Fertigrain Foliar variant with ammonium sulfate resulted in the greatest ear length of 12.6 cm, the number of grains in an ear was 15.7 pieces per plant, the number of grains in an ear was 32.3 pieces per plant, and the best grain weight in an ear was 1.38 g. Good wheat grain yield was obtained without ammonium sulfate and, on average, over 4 years varied from 3.16 tons per hectare (in the control without foliar feeding and without ammonium sulfate) to 3.87 tons per hectare with Fertigrain Foliar feeding. The greatest yield increase and protein content in grain on this background were obtained with foliar feeding with Fertigrain Foliar – 0.71 tons per hectare or 22.5 % and 13.2 % protein, which corresponds to 3rd class grain. The best yield was obtained with the introduction of ammonium sulfate N₆₀, it varied from 3.28 tons per hectare to 4.20 tons per hectare, the greatest increase and protein content in relation to the control (without foliar feeding, only ammonium sulfate) was provided by the experimental variant with Fertigrain Foliar feeding – 0.92 tons per hectare or 28.0 % and 14.6 % protein, which corresponds to 1st class grain.

Keywords: spring wheat, fertilizers, foliar feeding, ammonium sulfate, crop structure, yield, grain quality.

Введение. Ежегодный стабильный рост производства высококачественного зерна остается основной из задач по развитию агропромышленного комплекса Российской Федерации. Кроме того, важной задачей является ежегодное повышение продуктивности зерновых культур, которое становится весьма затруднительным ввиду все чаще изменяющихся климатических условий. В этой связи необходимо осуществить поиск научных, опытных и производственных подходов для стабильности в получении высоких урожаев зерна, тем самым решая проблему по его обеспеченности [3, 4].

Для решения данной продовольственной проблемы особое внимание следует уделять производству высококачественного зерна яровой пшеницы, которая, наряду с озимой пшеницей, занимает особое место в общем валовом сборе зерна. Яровая пшеница считается культурой высокотребовательной к факторам жизни, агротехнике и технологии и одновременно довольно хорошо отзывчивой на комплекс агротехнических приемов [4, 9].

Для получения урожая зерна высокого качества для яровой пшеницы важно своевременно совершенствовать и модернизировать элементы ее агротехнологии с учетом оптимизации агрофона, который будет соответствовать генотипу [3, 5, 7].

При подборе высокопродуктивных адаптивных сортов яровой пшеницы важное значение в повышении ее продуктивности имеет применение минеральных удобрений совместно с некорневыми подкормками. Этот прием по совокупности воздействия на растения яровой пшеницы следует отнести к одному из самых эффективных в растениеводстве. Изменение питательного режима почвы в посевах всех зерновых культур, в том числе и яровой пшеницы, является мощным фактором интенсификации производства и позволяет в значительной степени повысить и приблизить к максимальному потенциал продуктивности растений [6, 8, 9].

В условиях производства для недопущения рисков снижения урожайности разработка и внедрение агроприемов в технологию возделывания яровой пшеницы позволит особенно в засушливые годы нивелировать стрессовые условия для культурного растения. Для этого в современном ассортименте используемых для обработки вегетирующих растений веществ имеется достаточное количество некорневых подкормок, успешно применяемых на зерновых культурах с учетом схем защиты, сорта, технологии и особенностей вегетации [1, 2, 13].

Некорневая подкормка растений считается наиболее быстродействующим и хорошо окупаемым в этот же год агро-техническим приемом. Она способствует довольно быстрому проникновению и усвоению веществ и положительно влияет на протекание обменных процессов. Стоимость и эффективность применения некорневых подкормок ежегодно меняется, оказывая влияние на рентабельность производства зерна яровой пшеницы, особенно высококачественного, поэтому с ростом количества препаратов возникает необходимость их своевременного изучения, в том числе и в производстве [4, 10, 11].

При условии участвующих засух доступности элементов минерального питания сокращается или сводится к минимуму, в связи с чем применение некорневых подкормок совместно с азотными удобрениями на яровой пшенице является высокоэффективным агротехническим приемом в качестве дополнения современных систем удобрений, существенно влияющих на качество зерна [8, 9, 10, 12].

Для большей объективности в ряде регионов Российской Федерации, в том числе и в Центрально-Черноземной зоне, научно-исследовательские учреждения и сельскохозяйственные предприятия проводят полевые производственные опыты, тематика которых посвящена эффективности применения минеральных удобрений и некорневых подкормок, но в ряде регионов данные агротехнические условия изучены недостаточно [8, 9, 10, 14].

Подобные исследования являются особо актуальными, так как имеют прямое отношение к повышению не только урожайности и качества зерна, но и эффективности производства зерна яровой пшеницы.

Цель исследования. Определить влияние агротехнических приемов: внесения минерального удобрения сульфата аммония в дозе N_{60} и применяемых некорневых подкормок на длину вегетационного периода, особенности формирования структуры продуктивности, урожайность, качество зерна яровой пшеницы сорта Прохоровка в условиях юго-западной части ЦЧР.

Материалы, условия и методы исследований. Производственные опыты по влиянию минеральных удобрений, некорневых подкормок на продукционный процесс яровой пшеницы были проведены согласно общепринятым существующим методическим рекомендациям в 2021-2024 гг. на базе ФХ «Ярослав Мудрый» Старооскольского района Белгородской области. Условия вегетации имели определенные различия, которые оказывали влияние на показатели роста, развития и формирования уровня урожайности и качества зерна яровой пшеницы по вариантам опыта. Объектом исследования в опыте был сорт яровой пшеницы Прохоровка. Площадь делянки 65 м^2 , учетная площадь 55 м^2 , повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное.

Тип почвы опытного участка – чернозем типичный среднесуглистый среднегумусовый легкосуглинистого гранулометрического состава, гумуса 5,4 %, pH 6,7 со средним содержанием основных элементов питания.

Схема опыта представлена следующими вариантами: без внесения минеральных удобрений – контроль (без некорневых подкормок, опрыскивание водой), Полидон N^+ – 2л/га, Нертус фотосинтез – 2 л/га, Фертигрейн Фолиар – 1,5 л/га, и эти же варианты опыта на фоне внесения сульфата аммония N_{60} , где контроль (без некорневых подкормок только сульфат аммония). При применении некорневых подкормок проводили трехкратное опрыскивание посевов яровой пшеницы в фазы: кушение, выход в трубку и начало колошения.

Климатические условия в годы проведения опытов в 2021-2024 гг. в течение вегетации яровой пшеницы имели небольшие отклонения от среднееголетних показателей в 2021 г., 2022 г. и 2023 г., кроме неблагоприятного засушливого 2024 года.

Более благоприятным годом по климатическим условиям был 2022 год, когда выпадало достаточное количество осадков в критические периоды развития растений по отношению к влаге. Менее благоприятными были условия 2023 года, в котором температура воздуха была на $2,7^\circ\text{C}$ выше, но фаза налива семян совпадала с выпадением осадков. Еще менее благоприятными были условия 2021 года, которые характеризовались обильным выпадением осадков в начале вегетации и их дефицитом во второй половине вегетации, но уже после налива зерновок, температура была в пределах среднееголетних значений. Крайне неблагоприятными климатические условия были в 2024 году, характеризовались неравномерным выпадением осадков в начале вегетации, и до периода созревания семян осадки отсутствовали на фоне повышенной среднесуточной температуры, что отрицательно сказалось на росте, развитии и формировании урожая зерна яровой пшеницы.

Результаты исследований. В результате проведенных полевых опытов в 2022-2024 гг. на черноземе типичном в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона было установлено положительное влияние изучаемых агротехнических приемов внесения минеральных удобрений и некорневых подкормок на продолжительность вегетации яровой пшеницы сорта Прохоровка. На фоне без удобрений период всходы-созревание на контроле (без листовых подкормок и без сульфата аммония) составил 95 суток. При применении некорневых подкормок вегетация растений яровой пшеницы сокращалась, при внесении Полидон N^+ на 6 суток и составила 89 суток, при внесении Нертус фотосинтез на 3 суток и составила 92 суток и при внесении Фертигрейн фолиар на 8 суток и составила 87 суток (табл. 1).

В среднем по фону без сульфата аммония на вариантах листовых подкормок период посев-созревание составил 97 суток, в среднем по этому фону всходы появились через 4-6 суток. На фоне, где применяли минеральное удобрение сульфат аммония, всходы появились несколько позже – на 1-2 суток. На этом фоне на контроле (без листовых подкормок, только сульфат аммония) вегетация растений яровой пшеницы сокращалась на 5 суток в сравнении с вариантом контроль (без сульфата аммония и без некорневых подкормок).

Таблица 1 – Вегетационный период яровой пшеницы сорта Прохоровка при применении сульфата аммония и некорневых подкормок, суток, 2021-2024 гг.

Вариант опыта	Всходы-созревание	Посев-созревание
Контроль (без удобрения)		
Контроль (без некорневых подкормок)	95	101
Полидон N^+	89	94
Нертус фотосинтез	92	96

Продолжение таблицы 1

Фертигрейн Фолиар	87	92
В среднем по фону	91	97
Сульфат аммония N ₆₀ (фактор В)		
Контроль (без некорневых подкормок)	90	97
Полидон N ⁺	86	91
Нертус фотосинтез	90	94
Фертигрейн Фолиар	79	86
В среднем по фону	86	92

При обработке Нертус фотосинтез вегетация пшеницы также сокращалась на 2 суток, при внесении Полидон N⁺ на 3 суток, и при применении Фертигрейн фолиар растения пшеницы вегетировали меньше на 8 суток. В среднем по вариантам некорневых подкормок на фоне минерального удобрения вегетация растений яровой пшеницы сокращалась на 5 суток в сравнении с фоном без минерального удобрения.

Методикой исследований предусматривалось выявить влияние сульфата аммония, некорневых подкормок и их совместного применения на особенности формирования у растений пшеницы элементов структуры продуктивности. В среднем за 2021-2024 гг. в ходе учетов в опыте на фоне без внесения сульфата аммония выявлено положительное влияние некорневых подкормок на формирование длины колоса, числа колосков и зерен в колосе, массы зерна в колосе и массы тысячи зерен. Длина колоса на контроле (без некорневых подкормок и без сульфата аммония) составила 8,3 см, а в среднем по фону 9,4 см (табл. 2).

Таблица 2 – Элементы структуры продуктивности растений яровой пшеницы сорта Прохоровка в зависимости от азотного удобрения и некорневых подкормок, 2021-2024 гг.

Вариант опыта (фактор А)	В среднем на 1 растение				Масса 1000 зерен, г
	длина колоса, см	число		масса зерна с колоса, г	
		колосков в колосе, шт.	зерен в колосе, шт.		
Контроль (без удобрения)					
Контроль (без некорневых подкормок)	8,3	11,8	22,3	1,14	33,1
Полидон N ⁺	9,0	13,2	25,4	1,24	35,4
Нертус фотосинтез	9,8	12,3	23,2	1,20	34,2
Фертигрейн Фолиар	10,4	13,7	27,2	1,32	36,2
В среднем по фону	9,4	12,8	24,5	1,23	34,7
Сульфат аммония N ₆₀ (фактор В)					
Контроль (без некорневых подкормок)	9,9	12,7	26,7	1,24	36,0
Полидон N ⁺	11,2	14,8	31,8	1,32	36,2
Нертус фотосинтез	10,9	13,4	28,5	1,27	35,7
Фертигрейн Фолиар	12,6	15,7	32,3	1,38	37,8
В среднем по фону	11,2	14,2	29,8	1,30	36,4
НСР ₀₅ для фактора А	1,62	1,54	4,2	0,16	2,2
НСР ₀₅ для фактора В и АВ	1,50	2,50	3,9	0,13	1,4

Достоверно большую в сравнении с контролем длину колоса формировали растения пшеницы на варианте с некорневой подкормкой Фертигрейн фолиар – 10,4 см (при НСР₀₅ 1,62). На вариантах с внесением Полидон N⁺ и Нертус фотосинтез длина колоса составила 9,0 см и 9,8 см, что на 0,7 см и 1,5 см больше контроля, но эти значения находились в пределах ошибки опыта. Еще большую длину колоса формировали растения яровой пшеницы на фоне с применением сульфата аммония совместно с некорневыми подкормками. Так, длина колоса на контроле (без листовых подкормок, только сульфат аммония) была на 1,6 см больше, чем на контроле (без некорневых подкормок и без сульфата аммония) и составила 9,9 см. В среднем по вариантам некорневых подкормок на фоне внесения минерального удобрения длина колоса составила 11,2 см, что на 1,8 см больше, чем в среднем по фону без сульфата аммония.

Изучаемые агротехнические приемы оказывали положительное влияние на закладку колосков и зерен в колосе, увеличивалась озерненность, особенно на вариантах совместного применения сульфата аммония и некорневых подкормок. Так, на фоне без сульфата аммония в среднем по вариантам число колосков составило 12,8 шт./раст., число зерен в колосе 24,5 шт./раст. Однако достоверно выше контроля эти показатели были получены лишь на варианте с некорневой подкормкой Фертигрейн фолиар – число колосков в колосе составило 13,7 шт./раст., что на 1,9 шт./раст. больше, чем на контроле 11,8 шт./раст. (НСР₀₅ 1,54), число зерен в колосе составило 27,2 шт./раст., и было больше контроля на 4,9 шт./раст. (НСР₀₅ 4,2), число колосков и зерен в колосе на других вариантах опыта на этом фоне не превышало контроль и находилось в пределах ошибки опыта.

На фоне внесения сульфата аммония число колосков в колосе было большим на всех вариантах опыта в сравнении с фоном без внесения минерального удобрения. В среднем по вариантам на этом фоне число колосков в колосе и число зерен в колосе были на уровне 14,2 шт./раст., что больше на 1,4 шт./раст., и 29,8 шт./раст., что больше на 5,3 шт./раст. в сравнении со средним по вариантам, но без внесения сульфата аммония. Достоверно больше контроля число колосков в колосе на этом фоне получено при внесении Фертигрейн фолиар – 15,7 шт./раст., и было больше на 3,0 шт./раст. (НСР₀₅ 2,5) в сравнении с контролем (без листовых подкормок, лишь сульфат аммония), число зерен в колосе на этом фоне было достоверно больше, чем на контроле на вариантах Полидон N⁺ на 5,1 шт./раст. и Фертигрейн фолиар на 5,6 шт./раст. (НСР₀₅ 3,9).

Растения яровой пшеницы сорта Прохоровка за четыре года полевых опытов формировали большую массу зерна с колоса как при внесении некорневых подкормок, так и при совместном их использовании с сульфатом аммония. Достоверные различия в массе зерна с колоса установлены лишь при применении некорневой подкормки Фертигрейн фолиар. Так, на фоне без сульфата аммония, лишь Фертигрейн фолиар, масса зерна с колоса составила 1,32 г, что на 0,18 г больше, чем на контроле (НСР₀₅ 0,16), на этом же варианте опыта, но совместно с сульфатом аммония масса зерна с колоса составила 1,38 г, и была больше контроля на 0,14 г (НСР₀₅ 0,13).

Масса тысячи зерен была достоверно больше контроля на фоне без сульфата аммония на варианте, где применяли Полидон N⁺, и составила 35,4 г, что на 2,3 г больше контроля (без некорневых подкормок) (НСР₀₅ 2,2) и на варианте Фертигрейн фолиар – 36,2 г, что на 3,1 г больше контроля (без некорневых подкормок). На фоне внесения сульфата аммония лишь на одном варианте опыта Фертигрейн фолиар масса тысячи зерен была достоверно выше контроля (без листовых подкормок лишь сульфат аммония) – 37,8 г, что на 1,8 г больше контроля (НСР₀₅ 1,4). Значения массы тысячи зерен, полученные на других вариантах опыта, были не существенные.

Урожайность яровой пшеницы является главным результатом применения всех элементов агротехнологии. В наших опытах за вегетационные периоды 2021-2024 гг. она зависела как от условий вегетационных периодов, так и от изучаемых некорневых подкормок и сульфата аммония.

В засушливых условиях 2024 года урожайность яровой пшеницы в целом по опыту изменялась от 2,54 до 3,23 т/га, увеличивалась при использовании некорневых подкормок и была еще большей при их совместном использовании с сульфатом аммония. В этом году урожайность на контроле (без листовых подкормок и без сульфата аммония) составила 2,54 т/га, была достоверно большей на фоне без минерального удобрения лишь на варианте Фертигрейн фолиар – 2,89 т/га, прибавка составила 0,35 т/га (НСР₀₅ 0,27), прибавки урожая на остальных вариантах опыта были не существенные. В этом же году на фоне, где применяли сульфат аммония, урожайность зерна пшеницы была выше. Так, на контроле (без некорневых подкормок только сульфат аммония) она составила 2,75 т/га (на 0,21 т/га больше, чем без сульфата аммония и без некорневых подкормок). На всех опытных вариантах на фоне с внесением минерального удобрения была получена достоверно большая прибавка по отношению к контролю (без некорневых подкормок, только сульфат аммония). На варианте с применением Нертус фотосинтез была получена прибавка 0,19 т/га с уровнем урожайности 2,94 т/га, при внесении Полидон N⁺ – 0,32 т/га при урожайности 3,07 т/га и наибольшая по опыту прибавка при использовании Фертигрейн фолиар – 0,48 т/га с уровнем урожайности 3,23 т/га (НСР₀₅ 0,18). Также отмечалась существенно большая прибавка урожая между вариантами Нертус фотосинтез и Фертигрейн фолиар 0,29 т/га (НСР₀₅ 0,18). В условиях вегетационного периода 2024 года отмечались достоверно большие межфоновые различия и между контрольными вариантами, и вариантами с применением некорневых подкормок (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Прохоровка в зависимости от азотного удобрения и некорневых подкормок, т/га, 2021-2024 гг.

Вариант опыта (фактор А)	Годы				Средняя	Содержание в сухом веществе белка, %	+/- к контролю	
	2021	2022	2023	2024			т/га	%
Контроль (без удобрения)								
Контроль (без некорневых подкормок)	2,89	3,75	3,46	2,54	3,16	12,5	-	-
Полидон N ⁺	3,42	4,45	4,12	2,78	3,69	13,0	0,53	16,9
Нертус фотосинтез	3,37	3,87	3,59	2,67	3,38	12,6	0,22	6,8
Фертигрейн Фолиар	3,59	4,79	4,22	2,89	3,87	13,2	0,71	22,5
Сульфат аммония N ₆₀ (фактор В)								
Контроль (без некорневых подкормок)	3,12	3,94	3,67	2,75	3,28	13,8	-	-
Полидон N ⁺	3,62	4,89	4,26	3,07	3,96	14,2	0,68	20,7
Нертус фотосинтез	3,49	4,27	3,75	2,94	3,61	14,0	0,33	10,1
Фертигрейн Фолиар	3,84	5,23	4,49	3,23	4,20	14,6	0,92	28,0
Средняя по фонам								
Контроль (без некорневых подкормок)	3,01	3,85	3,57	2,65	3,27	13,2	-	-
Полидон N ⁺	3,52	4,67	4,19	2,93	3,83	13,6	0,56	17,0
Нертус фотосинтез	3,43	4,07	3,67	2,81	3,50	13,3	0,23	6,9
Фертигрейн Фолиар	3,72	5,01	4,36	3,06	4,04	13,9	0,77	23,5
НСР ₀₅ фактор А	0,29	0,35	0,24	0,27				
НСР ₀₅ фактор В и АВ	0,41	0,52	0,31	0,18				

В условиях вегетационного периода 2021 года межфоновые различия в уровне урожайности яровой пшеницы были не существенными. Урожайность на фоне без применения сульфата аммония изменялась от 2,89 до 3,59 т/га, межвариантные различия были не существенные. Прибавки урожая при внесении некорневых подкормок на этом фоне по отношению к контролю были математически достоверными. Так, на варианте Нертус фотосинтез она составила 0,48 т/га при урожайности 3,37 т/га, Полидон N⁺ – 0,53 т/га с уровнем урожайности 3,42 т/га и на варианте Фертигрейн фолиар прибавка была наибольшей по фону 0,7 т/га с урожайностью 3,59 т/га (НСР₀₅ 0,29). В этом же году на фоне внесения сульфата аммония различия в урожайности между вариантами некорневых подкормок были не существенные, а по сравнению с контролем (без некорневых подкормок, только сульфат аммония) существенно превышали уровень урожайности лишь по вариантам Полидон N⁺ и Фертигрейн фолиар прибавка изменялась от 0,5 т/га до 0,72 т/га (НСР₀₅ 0,41).

В 2023 году уровень урожайности яровой пшеницы по всем вариантам опыта был выше, чем в предыдущие годы. На фоне без внесения удобрений достоверно большая прибавка урожая была получена при некорневой подкормке Полидон N⁺ – 0,66 т/га и Фертигрейн фолиар – 0,76 т/га (НСР₀₅ 0,24). На фоне внесения сульфата аммония N₆₀ урожайность была

выше контроля, на тех же вариантах прибавка составила 0,59 т/га и 0,82 т/га (НСР₀₅ 0,31). Межфоновые различия в этом году также были не существенные.

В самом благоприятном 2022 году на вариантах опыта была получена наибольшая урожайность яровой пшеницы, которая варьировала от 3,75 до 5,23 т/га. На фоне без применения сульфата аммония достоверно большие прибавки урожая по отношению к контролю были получены на вариантах Полидон N⁺ – 0,7 т/га и Фертигрейн фолиар – 1,04 т/га (НСР₀₅ 0,35). Межвариантные различия на этом фоне были не существенные. При внесении сульфата аммония достоверно большую прибавку получили на тех же вариантах Полидон N⁺ – 0,95 т/га и Фертигрейн фолиар – 1,29 т/га (НСР₀₅ 0,52). Также в 2024 году достоверно большие различия в урожайности установлены между вариантами Нертус фотосинтез и Фертигрейн фолиар 0,96 т/га.

В среднем за 2021-2024 гг. изучаемые агротехнические приемы оказали положительное влияние не только на уровень урожайности, но и на качество получаемого зерна. На фоне без сульфата аммония в среднем за 4 года урожайность варьировала от 3,16 т/га (на контроле без некорневых подкормок и без сульфата аммония) до 3,87 т/га при подкормке Фертигрейн фолиар. Наибольшую прибавку урожая и содержание белка в зерна на этом фоне получены при некорневой подкормке Фертигрейн фолиар – 0,71 т/га или 22,5 % и 13,2 % белка, что соответствует зерну 3-го класса.

При внесении сульфата аммония N₆₀ урожайность изменялась от 3,28 до 4,20 т/га, наибольшую прибавку и содержание белка по отношению контролю (без некорневых подкормок только сульфат аммония) обеспечил вариант опыта с подкормкой Фертигрейн фолиар – 0,92 т/га или 28,0 % и 14,6 % белка, что соответствует зерну 1-го класса.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования и их результаты имеют большую как научную, так и практическую ценность для современного сельскохозяйственного производства. За 2021-2024 гг. в ходе полевых производственных опытов изучаемые агротехнические приемы способствовали сокращению вегетационного периода, установлено положительное влияние листовой подкормки Фертигрейн фолиар, особенно на фоне внесения сульфата аммония, даже в засушливых условиях на формирование элементов структуры продуктивности, получение урожайности зерна 1-2 класса качества при возделывании яровой пшеницы сорта Прохоровка в условиях региона.

Библиография

1. Власова Л.М. Опыт биологической защиты озимой пшеницы от болезней [Текст] / Л. М. Власова, В. А. Федотов, Н. В. Подлесных, А. А. Муравьев // Защита и карантин растений. – 2018. – № 8. – С. 24–26.
2. Власова Л.М. Инсектофунгицидная баковая смесь для защиты посевов озимой пшеницы / Л. М. Власова, О. В. Попова, А. А. Муравьев // Защита и карантин растений. – 2019. – № 9. – С. 19–20.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М. : Издательство ВНИИА, 2005. – 302 с.
4. Немченко В.В. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность яровой пшеницы [Текст] / В. В. Немченко, М. Ю. Цыпышева, М. В. Выюнник // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – № 3. – С. 38–40.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А. В. Турьянский, В. И. Мельников, Л. А. Селезнева, Н. Р. Асыка, В. Ф. Ужик и др. – Белгород : Изд. Константа, 2014. – 462 с.
6. Оценка сортов и линий озимой пшеницы в коллекционном питомнике Бел ГАУ [Текст] / И. В. Оразаева, М. И. Павлов, А. А. Муравьев, И. В. Кулишова // Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее с международным участием, посвященной 140 летию «БелГУ» и столетию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны. – Белгород : ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – С. 139–143.
7. Власова Л.М. Баковые смеси гербицидов, регуляторов роста растений и удобрений в посевах озимой пшеницы [Текст] / Л. М. Власова, М. Н. Удовидченко, А. А. Муравьев // Защита и карантин растений. – 2022. – № 10. – С. 14–16. – DOI 10.47528/1026-8634_2022_10_14.
8. Павлов М.И. Оценка адаптивных и продуктивных характеристик перспективных линий озимой мягкой пшеницы [Текст] / М. И. Павлов, И. В. Оразаева, А. А. Муравьев // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 1. – С. 43–48. – URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36649>.
9. Муравьев А.А. Эффективность листовых подкормок на яровой пшенице [Текст] / А. А. Муравьев // Инновации в АПК проблемы и перспективы. – 2020. – № 1(25). – С. 154–160.
10. Плечова О.И. Эффективность комплексных биопрепаратов бисолбифит стандарт и бисолбифит супер в технологии возделывания яровой пшеницы [Текст] / О. И. Плечова, Д. В. Плечов // Вестник Ульяновской ГСХА. – Из-во УГАУ им. П.А. Столыпина. – 2012. – № 3(19). – С. 40–43.
11. Применение физиологически активных веществ в агротехнологиях [Текст] / В. В. Котляров и др. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 169 с.
12. Муравьев А.А. Зависимость урожайности яровой пшеницы от обработки биопрепаратом [Текст] / А. А. Муравьев // Инновации в АПК проблемы и перспективы. – 2019. – № 3(23). – С. 142–148.
13. Muravyov A.A. Formation of structural elements of spring wheat productivity based on foliar application / A. A. Muravyov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012115. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012115.
14. Sergeeva V.A. Productivity, quality and efficiency of spring durum wheat cultivation when treating crops with a biological product / V. A. Sergeeva, A. A. Muravyov, L. M. Vlasova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012026. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012026.

References

1. Vlasova L.M. Experience of biological protection of winter wheat against diseases [Text] / L. M. Vlasova, V. A. Fedotov, N. V. Podlesnykh, A. A. Muraviev // Plant Protection and Quarantine. – 2018. – № 8. – S. 24–26.
2. Vlasova L.M. Insectofungicidal tank mixture for protection of winter wheat crops / L. M. Vlasova, O. V. Popova, A. A. Muraviev // Plant Protection and Quarantine. – 2019. – № 9. – S. 19–20.
3. Zavalin A.A. Biopreparations, fertilizers and harvest. – M. : Publishing house VNIIA, 2005. – 302 p.
4. Nemchenko V.V. Influence of biological preparations and microfertilizers on the productivity of spring wheat [Text] / V. V. Nemchenko, M. Yu. Tsypysheva, M. V. Vyunik // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. – 2015. – № 3. – P. 38–40.

5. Organizational and technological standards for the cultivation of agricultural crops (on the example of the Belgorod region) [Text] / A. V. Turyansky, V. I. Melnikov, L. A. Selezneva, N. R. Asyka, V. F. Uzhik and others. – Belgorod : Ed. Constant, 2014. – 462 p.
6. Evaluation of varieties and lines of winter wheat in the collection nursery of the Bel State Agrarian University [Text] / I. V. Orazayeva, M. I. Pavlov, A. A. Muravyov, I. V. Kulishova // Collection of materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference Plant Breeding: Past, Present and Future with International Participation, dedicated to the 140th anniversary of BelSU and the centenary of the birth of the breeder, scientist and teacher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Zoya Ivanovna Shchelokova. – Belgorod : Publishing House «Belgorod» NRU BelGU, 2017. – P. 139–143.
7. Vlasova L.M. Tank mixtures of herbicides, plant growth regulators and fertilizers in winter wheat crops [Text] / L. M. Vlasova, M. N. Udovidchenko, A. A. Muravyov // Plant Protection and Quarantine. – 2022. – № 10. – P. 14–16. – DOI 10.47528/1026-8634_2022_10_14.
8. Pavlov M.I. Evaluation of adaptive and productive characteristics of promising lines of winter soft wheat [Text] / M. I. Pavlov, I. V. Orazayeva, A. A. Muravyov // Successes of modern natural sciences. – 2018. – № 1. – P. 43–48. – URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36649>.
9. Muravyov A.A. Efficiency of foliar dressings on spring wheat [Text] / A. A. Muraviev // Innovations in the agro-industrial complex problems and prospects. – 2020. – № 1(25). – S. 154–160.
10. Plechova O.I. Efficiency of complex biological preparations Bisolbifit Standard and Bisolbifit Super in the technology of spring wheat cultivation [Text] / O. I. Plechova, D. V. Plechov // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – From-in USAU them. P.A. Stolypin. – 2012. – № 3(19). – S. 40–43.
11. The use of physiologically active substances in agricultural technologies [Text] / V. V. Kotlyarov and others. – Krasnodar : KubGAU, 2013. – 169 p.
12. Muravyov A.A. Dependence of the yield of spring wheat on the treatment with a biological product [Text] / A. A. Muraviev // Innovations in the agro-industrial complex problems and prospects. – 2019. – № 3(23). – S. 142–148.
13. Muravyov A.A. Formation of structural elements of spring wheat productivity based on foliar application / A. A. Muravyov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021. – Michurinsk, 2021. – P. 012115. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012115.
14. Sergeeva V.A. Productivity, quality and efficiency of spring durum wheat cultivation when treating crops with a biological product / V. A. Sergeeva, A. A. Muravyov, L. M. Vlasova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021. – Michurinsk, 2021. – P. 012026. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012026.

Сведения об авторах

Куликова Марина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 38-17-70, e-mail: kursi-2010@mail.ru.

Желтухина Валентина Ивановна, кандидат биологических наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 39-17-96, e-mail: zheltuhina_vi@belgau.ru.

Information about authors

Kulikova Marina Alekseevna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor of the Department of agricultural chemistry, Land management, Ecology and Landscape architecture, 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 38-17-70, e-mail: kursi-2010@mail.ru.

Zheltukhina Valentina Ivanovna, 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», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-17-96, e-mail: zheltuhina_vi@belgau.ru.

УДК 631.84:631.816.3:631.559:635.652

А.А. Муравьев, Т.С. Морозова

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ

Аннотация. В условиях контрастно различающихся вегетационных периодов 2022-2024 гг. на черноземе типичном проведено изучение влияния мочевины и листовых подкормок на выживаемость растений фасоли, изучены особенности формирования линейного роста растений, высоты прикрепления нижних бобов, определены закономерности формирования листового аппарата, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и урожайность сорта Золотая сакса.

Установлено, что на выживаемость растений фасоли овощной на момент уборки оказывали влияние и условия вегетационных периодов, и изучаемые листовые подкормки, и мочевина, вносимые при ее возделывании. На фоне внесения мочевины выживаемость растений была выше на 2,7 % в сравнении с фоном без мочевины на всех вариантах листовых подкормок. На фоне внесения мочевины выживаемость растений фасоли на контроле (без листовых подкормок) составила 97,3 %, с использованием листовой подкормки Нутривант плюс универсальный составила 95,7 %, Мегафол, Ж – 96,7 % и Платафол 20-20-20 – 98,7 %.

Высота растений фасоли и высота прикрепления нижнего боба были больше на фоне применения мочевины в среднем по вариантам некорневых подкормок 40,4 см и 11,0 см, что на 2,5 см и 1,3 см больше, чем без внесения минерального удобрения.

Лучшие показатели фотосинтетической деятельности растений фасоли были получены на фоне, где вносили мочевину на варианте с листовой подкормкой Платафол 20-20-20, где площадь листьев составила 16,4 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал 472,3 тыс. м²/сутки/га и чистая продуктивность фотосинтеза 3,29 г/м² × сутки.

Урожайность семян фасоли в опыте зависела от условий вегетации, но в большей степени от применяемых листовых подкормок, особенно на фоне внесения мочевины. На этом фоне в среднем за три года наибольшая урожайность и прибавка по отношению к контролю получены при листовой подкормке Платафол 20-20-20 и составили 1,18 т/га и 0,28 т/га.

Ключевые слова: густота и выживаемость растений, фотосинтетический потенциал, фасоль, карбамид, семена, высота прикрепления нижнего боба, агротехника, листовые подкормки, урожайность.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZER AND FOLIAR FEEDING ON THE YIELD OF VEGETABLE BEANS

Abstract. In conditions of contrasting vegetation periods of 2022-2024 on typical chernozem, the effect of urea and foliar feeding on the survival of bean plants was studied, the features of the formation of linear growth of plants, the height of attachment of lower beans were studied, the patterns of formation of the leaf apparatus, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis and the yield of the Zolotaya Saxa variety were determined. It was found that the survival of vegetable bean plants at the time of harvesting was influenced by both the conditions of the vegetation periods and the studied foliar feeding and urea applied during its cultivation. Against the background of urea application, the survival of plants was 2.7 % higher compared to the background without urea in all variants of foliar feeding. With the introduction of urea, the survival rate of bean plants in the control (without foliar feeding) was 97.3 %, with the use of foliar feeding Nutrivant Plus Universal it was 95.7 %, Megafol, Zh – 96.7 % and Plantafol 20-20-20 – 98.7 %. The height of bean plants and the height of attachment of the lower bean were greater with the use of urea, on average for the foliar feeding options 40.4 cm and 11.0 cm, which is 2.5 cm and 1.3 cm more than without the application of mineral fertilizer. The best indicators of photosynthetic activity of bean plants were obtained against the background where urea was added in the variant with foliar feeding Plantafol 20-20-20 where the leaf area was 16.4 thousand m²/ha, photosynthetic potential 472.3 thousand m²/day/per hectare and reading productivity of photosynthetic 3.29 g/m² × day. The yield of bean seeds in the experiment depended on vegetation conditions, but to a greater extent on the applied foliar feeding, especially against the background of urea application. Against this background, on average over three years, the highest yield and increase in relation to the control were obtained with foliar feeding Plantafol 20-20-20 and amounted to 1.18 tons per hectare and 0.28 tons per hectare.

Keywords: plant density and survival, photosynthetic potential, beans, urea, seeds, height of lower bean attachment, agricultural technology, foliar feeding, yield.

Введение. Среди зерновых бобовых сельскохозяйственных культур, составляющих основной пищевой фонд человека, фасоль является одной из важнейших овощных культур. Полезные свойства её семян и популярность применения в пищевой промышленности объясняется достаточно разнообразным биохимическим составом, позволяющим удовлетворять потребности организма в белке, витаминах, минеральных солях кальция, железа и др. По степени усвоения организмом человека и аминокислотному составу белок фасоли близок к животному [2, 3].

В сравнении с другими зерновыми бобовыми для условий вегетации фасоль предъявляет достаточно высокие требования. От хорошей обеспеченности теплом зависят такие важные показатели, как урожайность и качество семян, особенно содержание белка. Минимальная сумма активных температур для большинства сортов составляет 1500-2000 °С. Вторым основным и крайне важным фактором жизни для растений фасоли считается влага, наличие которой в почве должно быть оптимальным, при её повышении или дефиците урожайность снижается на фоне усиления проявления болезней [3, 6].

Ежегодно все большая часть в структуре посевных площадей нашей страны отводится под овощные культуры, к числу которых относится фасоль. Это связано не только с увеличением спроса на сырье и продукцию этих культур, но и с расширением мощностей по переработке овощей в свежем и переработанном виде. Расширение площадей под фасолью стало возможным за счет создания новых адаптивных сортов, приспособленных к различным условиям вегетации [1, 4].

В современных технологиях возделывания зерновых бобовых культур, в том числе и фасоли, отдается приоритет в использовании таких агротехнических приемов, как внесение удобрений и применение листовых подкормок без минеральных удобрений и совместно с ними. Эти элементы технологии считаются весьма эффективными в повышении не только урожайности, но и качества семян, их актуальность ежегодно возрастает с совместным использованием с минеральными удобрениями в конкретных условиях хозяйств [5, 7].

Важную роль в повышении уровня производства семян фасоли овощной играет внедрение исследуемых и перспективных элементов агротехнологии ее возделывания и апробация в производстве. В связи с чем изучение как отдельного

влияния минеральных удобрений и листовых подкормок, так и совместное их применение в технологии возделывания фасоли овощной является актуальным направлением для исследований [1, 2].

Для возделывания фасоли овощной на семена почвенно-климатические ресурсы Белгородской области вполне благоприятны, но реализация большего потенциала ее семенной продуктивности ограничена дефицитом влаги на фоне высоких среднесуточных температур, которые совпадают с фазой цветения растений. В связи с этим, разработка, использование и внедрение таких элементов технологии, как внесение удобрений и применение листовых подкормок определенно имеют потенциал влияния на продуктивность этой ценной культуры.

Цель и задачи исследования. Провести оценку влияния минерального удобрения – мочевины, листовых подкормок и их совместного применения на выживаемость, формирование высоты растений, прикрепление нижнего боба, формирование фотосинтетического аппарата и формирование урожайности при возделывании фасоли овощной на семена.

Материалы и методы исследования. Полевые опыты проводили в 2022-2024 гг. на базе ООО «Зеленый Остров» Белгородского района Белгородской области. Объектом исследования был сорт фасоли обыкновенной (овощной) – Золотая сакса.

Сорт *Золотая сакса* – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в различных почвенно-климатических условиях. Рекомендуются для использования в кулинарии. Сорт раннеспелый. Растение кустовое, низкое. Листья зеленые, мелкие и среднего размера, слабоморщинистые. Цветки белые, среднего размера. Бобы в технической спелости изогнутые, без пергаментного слоя и волокна, светло-желтые, средней длины и ширины, на поперечном сечении округлые, верхушка заостренная, клювик средней длины. Высота прикрепления нижних бобов 10-17 см. Масса 100 бобов 560 г. Вкусовые качества продукции отличные. Семена эллиптические, белые, с жилкованием средней интенсивности, мелкие и среднего размера. Масса 1000 семян 250-380 г [7].

Тип почвы опытного участка – чернозем типичный среднесиловый среднесуглинистый гранулометрического состава, содержание гумуса 4,7 %, рН 5,4, обеспеченность основными элементами питания средняя.

Площадь опытной делянки 60 м², учетная 55 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Заблаговременно за 3 недели до посева семена фасоли обрабатывали фунгицидным протравителем Максим XL, КС – 1,5 л/т.

Схема опыта представлена следующими вариантами: без внесения мочевины – контроль (без листовых подкормок, опрыскивание водой), Нутривант плюс зерновой – 3 кг/га; Плантафол 20-20-20 – 4 кг/га; Мегафол, Ж – 2 л/га и эти же варианты листовых подкормок на фоне применения карбамида фон N₆₀.

При применении листовых подкормок проводили трехкратное опрыскивание посевов фасоли в фазы: три настоящих листа, бутонизация и образование бобов.

Предшественником в опыте была яровая пшеница, обработка почвы после уборки которой включала следующие операции: дискование двукратно на 6-8 см и 10-15 см МТЗ-82.1 + БДМ-2.5, внесение N₁₀P₂₆K₂₆ (1 ц диаммофоски) МТЗ-82.1 + РУМ 1500 с последующей вспашкой МТЗ-82.1 + ПС-3 на 25-27 см. Весенние агротехнические мероприятия включали: закрытие влаги в период физической спелости почвы МТЗ-82.1 + СГ-10 на 5-7 см. Культивацию проводили двукратно на глубину 4-5 см МТЗ-82.1 + Еkiw 3,6, под вторую предпосевную культивацию вносили мочевину N₆₀ агрегатом МТЗ-82.1 + РУМ 1500.

Посев проводили в оптимальные сроки сеялкой СЗ-3,6 с междурядьем 30 см, на глубину 3-4 см, норма высева 750 тыс. шт. всхожих семян на 1 га с последующим прикатыванием.

Через 2-3 дня после посева вносили почвенный гербицид Бегин турбо, КС – 4 л/га МТЗ-82.1 + ОРГ 800 расход рабочего раствора 250 л/га.

По мере появления злаковых сорняков применяли гербицид Форвард, МКЭ – 1,2 л/га. С целью профилактики болезней в фазу бутонизации растения фасоли опрыскивали фунгицидом Оптим, КЭ – 0,5 л/га, до цветения, с целью борьбы с вредителями посевы опрыскивали однократно инсектицидом Эфория, КС – 0,3 л/га.

Учеты и наблюдения в опыте проводили согласно общепринятым методикам. Уборку урожая проводили комбайном Sampo SR 2010 поделочно со взвешиванием семян со всей делянки и с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность. Достоверность результатов исследований – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты исследований.

Проведенные полевые опыты в 2022-2024 гг. можно охарактеризовать как достаточно контрастные, имеющие определенные различия по климатическим особенностям, которые значительно отличались от среднесиловых значений. В условиях вегетационного периода 2022 года вегетация растений фасоли проходила при оптимальной температуре воздуха и небольшом дефиците осадков, который приходился на период налива семян. В 2023 году сложились лучшие условия для роста и развития растений фасоли. Оптимальная температура не выше средней многолетней и выпадение осадков в фазу цветения и налива семян способствовали хорошему их развитию и более высокой отзывчивости на применение карбамида и листовых подкормок. Неблагоприятные засушливые условия вегетационного периода 2024 года на протяжении всей вегетации фасоли отрицательно влияли на рост, развитие и формирование урожая, однако, как на фоне без минерального удобрения (только листовые подкормки), так и на фоне с карбамидом N₆₀ были достоверные различия по всем учетным показателям в опыте.

В среднем за три года с учетом климатических условий отмечалось положительное влияние как листовых подкормок без карбамида, так и с его применением на растениях фасоли сорта Золотая сакса.

Применение листовых подкормок на фоне без минерального удобрения (только листовые подкормки) способствовало сокращению вегетационного периода на 2-4 суток. Минимальные различия в вегетации на этом фоне по сравнению с контролем (без листовых подкормок и без карбамида) получены при внесении Нутривант плюс универсальный – 2 суток, наибольшие – при листовой подкормке Плантафол 20-20-20 – 4 суток. Еще более ускоренно развивались растения фасоли на фоне внесения карбамида на 5 суток при обработке Нутривант плюс зерновой, на 7 суток при внесении Мегафол, Ж и наименьший по опыту на 8 суток при некорневой подкормке Плантафол 20-20-20.

Совместное действие различных условий вегетационных периодов и изучаемых агротехнических приемов оказывали влияние на сохранность растений фасоли на момент уборки (табл. 1).

В среднем за 2022-2024 гг. густота растений фасоли изменялась незначительно на фоне без удобрений от 58,5 шт./м² до 61,5 шт./м². На фоне с применением мочевины N₆₀ варьировала от 56,5 шт./м² до 62,8 шт./м².

Таблица 1 – Густота и выживаемость растений фасоли овощной сорта Золотая сакса в зависимости от азотного удобрения и листовых подкормок, шт./м² 2022-2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	I	II	III	IV	Среднее	Осталось к уборке	
						шт./м²	%
Контроль (без мочевины)							
Контроль	59	57	58	60	58,5	54,2	92,6
Нутривант плюс универсальный	61	60	62	60	60,8	55,0	90,5
Плантафол 20-20-20	63	62	60	61	61,5	60,0	97,6
Мегафол, Ж	62	60	60	58	60,0	58,2	97,0
В среднем по фону	61,3	59,8	60,0	59,8	-	56,9	94,4
Мочевина N ₆₀ (Фактор В)							
Контроль	57	59	56	54	56,5	55,0	97,3
Нутривант плюс универсальный	58	59	62	60	59,8	57,2	95,7
Плантафол 20-20-20	64	62	62	63	62,8	62,0	98,7
Мегафол, Ж	60	61	60	59	60,0	58,0	96,7
В среднем по фону	59,8	60,3	60,0	59,0	-	58,1	97,1

В среднем за три года исследований сохранность растений фасоли на момент уборки имела определенные различия как по фонам, так и по вариантам некорневых подкормок. На фоне без применения карбамида в среднем по вариантам сохранность составила 94,4 %, меньшей она была на варианте с использованием Нутривант плюс универсальный – 90,5 %, большей при опрыскивании растений Плантафол 20-20-20 – 97,6 %.

На фоне, где применяли листовые подкормки совместно с внесением мочевины N₆₀, сохранность растений фасоли была выше в среднем по вариантам на 2,7 %. На контроле сохранность была выше на 4,7 %, на варианте Нутривант плюс универсальный выше на 5,2 %, была ниже на варианте Мегафол, Ж на 0,3 %, а наименьшую сохранность растений на этом фоне обеспечило применение листовой подкормки Плантафол 20-20-20. Сохранность была выше фона без удобрений лишь на 1,7 %, но этот вариант обеспечил лучшую сохранность, в целом по опыту которая составила 98,7 %.

Одним из способов контроля за развитием растений и определения реакции на листовые подкормки и минеральные удобрения является периодическое измерение их высоты. Высота растений фасоли сорта Золотая сакса в опыте в 2022-2024 гг. зависела как от условий вегетационных периодов, так и от изучаемых листовых подкормок и мочевины. Положительное влияние изучаемых агротехнических приемов установлено при определении высоты прикрепления нижнего боба. В среднем за три года полевых опытов тенденция формирования наибольшей величины линейного роста на всех вариантах опыта во все фазы развития растений фасоли была на фоне с применением карбамида N₆₀ (табл. 2).

Высота растений фасоли на фоне без применения карбамида в фазу образование бобов изменялась от 36,4 см (на контроле обработка растений водой) до 39,7 см (при применении листовой подкормки Плантафол 20-20-20). В среднем по вариантам опыта на этом фоне высота составила 37,9 см. Достоверно меньшей высота растений была на варианте Нутривант плюс универсальный в сравнении с вариантом Плантафол 20-20-20 составила 2,7 см (при НСР₀₅ 2,3). Достоверно больше контроля высота растений фасоли на этом фоне была лишь на варианте с листовой подкормкой Плантафол 20-20-20 на 3,3 см (при НСР₀₅ 2,3) и составила 39,7 см. Высота прикрепления нижнего боба на этом фоне была достоверно выше контроля на вариантах, где применяли Мегафол, Ж на 1 см, и Плантафол 20-20-20 на 1,6 см при (при НСР₀₅ 0,9), также различия были существенны между вариантами Нутривант плюс универсальный и Плантафол 20-20-20 и составили 1,3 см. Высота прикрепления нижнего боба на варианте с листовой подкормкой Нутривант плюс универсальный была в пределах ошибки опыта.

Таблица 2 – Линейный рост растений и высота прикрепления нижнего боба у сорта фасоли овощной Золотая сакса в зависимости от азотного удобрения и листовых подкормок в фазу образование бобов, 2022-2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	Контроль (без мочевины)		Мочевина N ₆₀ (В)	
	среднее на одно растение, см			
	высота растений	высота прикрепления нижнего боба	высота растений	высота прикрепления нижнего боба
Контроль	36,4	9,0	37,1	9,6
Нутривант плос универсальный	37,0	9,3	39,2	10,8
Плантафол 20-20-20	39,7	10,6	44,6	12,4
Мегафол, Ж	38,4	10,0	40,5	11,2
В среднем по вариантам	37,9	9,7	40,4	11,0
НСР ₀₅ для фактора А	2,3	0,9		
НСР ₀₅ для фактора В и АВ			4,7	1,5

На фоне применения мочевины высота растений фасоли на всех вариантах опыта была больше, чем на контроле (без мочевины) и варьировала в среднем за три года от 37,1 см до 44,6 см. Наибольшая высота растений (44,6 см) отмечена на варианте Плантафол 20-20-20, что на 7,5 см (при НСР₀₅ 4,7) превышает высоту растений контрольного варианта (без листовой подкормки). Также различия по высоте растений на этом фоне были существенными между вариантами Нутривант плюс универсальный и Плантафол 20-20-20 и составили 5,4 см (при НСР₀₅ 4,7). Высота прикрепления нижнего боба на фоне с применением мочевины была больше, чем без ее внесения, варьировала от 9,6 см до 12,4 см, достоверно больше контроля она была на варианте с применением Мегафол, Ж (11,2 см) – на 1,6 см, и Плантафол 20-20-20 (12,4 см) – на 2,8 см (при НСР₀₅ 1,5).

Эффективность фотосинтеза растений зависит от многих факторов, обусловленных как условиями вегетационных периодов, так и влиянием элементов технологии возделывания. В наших опытах методикой исследований было предусмотрено изучение особенностей формирования площади листового аппарата, определение фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза (табл. 3).

Таблица 3 – Фотосинтетическая деятельность растений фасоли овощной сорта Золотая сакса в зависимости от азотного удобрения и листовых подкормок, 2022–2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² сутки/га	ЧПФ, г/м ² сутки
Контроль (без мочевины)			
Контроль	10,2	331,4	2,29
Нутривант плюс универсальный	11,2	362,0	2,30
Плантафол 20-20-20	12,9	427,5	2,73
Мегафол, Ж	12,2	372,3	2,41
В среднем по вариантам	11,6	373,3	2,40
Мочевина N ₆₀ (Фактор В)			
Контроль	11,7	342,1	2,38
Нутривант плюс универсальный	12,6	379,4	2,49
Плантафол 20-20-20	16,4	472,3	3,29
Мегафол, Ж	13,6	389,4	2,57
В среднем по вариантам	13,6	395,8	2,70

В среднем за 2022-2024 гг. площадь листового аппарата на фоне без применения мочевины изменялась от 10,2 тыс. м²/га до 12,9 тыс. м²/га, в среднем по вариантам на этом фоне она составила 11,6 тыс. м²/га. При применении листовых подкормок растения фасоли овощной формировали большую площадь листьев. Так, на варианте с листовой подкормкой Нутривант плюс универсальный площадь листьев составила 11,2 тыс. м²/га, что на 1,0 тыс. м²/га больше контроля, на варианте Мегафол, Ж – 1,2 тыс. м²/га (на 2,0 тыс. м²/га), большую площадь листьев на этом фоне обеспечили растения при внесении листовой подкормки Плантафол 20-20-20 – 12,9 тыс. м²/га (на 2,7 тыс. м²/га больше, чем на контроле).

Еще большей площадь листьев растений фасоли была на фоне применения мочевины N₆₀ на всех вариантах листовых подкормок в сравнении с контролем (без мочевины). В среднем за анализируемый период по вариантам листовых подкормок она составила 13,6 тыс. м²/га, что на 2,0 тыс. м²/га больше, чем в среднем на фоне контроль (без мочевины). Площадь ассимилирующей поверхности варьировала от 11,7 тыс. м²/га на контроле (обработка вегетирующих растений водой) до 16,4 тыс. м²/га на варианте с листовой подкормкой Плантафол 20-20-20.

Аналогичная динамика в среднем за 2022-2024 гг. установлена в формировании фотосинтетического потенциала растений фасоли, который зависел как от листовых подкормок, так и от совместного их применения на фоне мочевины. В среднем по вариантам опыта, где не применяли мочевину, фотосинтетический потенциал составил 373,3 тыс. м²сутки/га, меньшим он был на контроле (без листовых подкормок, обработка вегетирующих растений водой) – 331,4 тыс. м²сутки/га, большим на варианте Плантафол 20-20-20 – 427,5 тыс. м²сутки/га. Более высокий фотосинтетический потенциал формировали растения фасоли на всех вариантах применения листовых подкормок на фоне внесения мочевины N₆₀. Так, на этом фоне на варианте контроль (без подкормок) фотосинтетический потенциал составил 342,1 тыс. м²сутки/га, что на 10,7 тыс. м²сутки/га больше контроля (без листовых подкормок и без мочевины). Лучший фотосинтетический потенциал на фоне внесения мочевины сформировали растения фасоли, где вносили листовую подкормку Плантафол 20-20-20 – 472,3 тыс. м²сутки/га, что на 44,8 тыс. м²сутки/га больше этого же варианта, но без внесения мочевины. Чистая продуктивность фотосинтеза на фоне без применения мочевины изменялась по вариантам от 2,29 г/м²×сутки до 2,73 г/м²×сутки, а в среднем по вариантам этого фона составила 2,40 г/м²×сутки. На фоне с применением мочевины чистая продуктивность фотосинтеза в среднем по вариантам была больше на 0,3 г/м²×сутки, чем в среднем по вариантам без применения минерального удобрения. Лучшую чистую продуктивность фотосинтеза обеспечил вариант с применением листовой подкормки Плантафол 20-20-20 на фоне карбамида N₆₀ – 3,29 г/м²×сутки.

Важнейшим интегральным показателем эффективности применения изучаемых агротехнических приемов и агротехнологии в целом является урожайность. В наших опытах урожайность фасоли овощной сорта Золотая сакса зависела как от условий года, так и от используемых листовых подкормок и мочевины. В период с 2022 г. по 2024 г. было установлено положительное влияние листовых подкормок на уровень урожайности растений фасоли, особенно вариabельны различия между вариантами были на фоне мочевины N₆₀.

Самая низкая урожайность фасоли была получена в условиях вегетационного периода 2024 года, когда условия для роста и развития были крайне неблагоприятные и засушливые, но при изучении листовых подкормок (без мочевины) наблюдались определенные различия. Так, на этом фоне средняя по вариантам урожайность составила 0,48 т/га, при этом межвариантные различия находились в пределах ошибки опыта и лишь при внесении Плантафол 20-20-20 урожайность была достоверно выше контроля и составила 0,61 т/га, что на 0,24 т/га больше контроля (при НСР₀₅ 0,23). В этом же году на фоне применения мочевины урожайность в среднем по вариантам была больше контроля (без мочевины, лишь листовые подкормки) и составила 0,59 т/га. Математически достоверная прибавка в сравнении с контролем (мочевина без листовых подкормок) получена при внесении Мегафол, Ж – 0,25 т/га при уровне урожайности 0,67 т/га и на варианте Плантафол 20-20-20 – 0,36 т/га при урожайности 0,78 т/га (при НСР₀₅ 0,16). Также достоверными различия были в уровне урожайности между вариантами Нутривант плюс универсальный и Плантафол 20-20-20 – 0,29 т/га и Нутривант плюс универсальный и Мегафол, Ж составили 0,18 т/га (табл. 4)

Таблица 4 – Урожайность фасоли овощной сорта Золотая сакса в зависимости от азотного удобрения и листовых подкормок, 2022–2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя	± к контролю	
					т/га	%
Контроль (без мочевины)						
Контроль	0,61	0,89	0,37	0,62	—	—
Нутривант плюс универсальный	0,73	1,07	0,40	0,73	0,11	18,3
Плантафол 20-20-20	1,05	1,37	0,61	1,01	0,39	62,9
Мегафол, Ж	0,92	1,14	0,53	0,86	0,24	39,2
В среднем по вариантам	0,83	1,12	0,48	-	0,25	40,1
Мочевина N ₆₀ (Фактор В)						
Контроль	0,72	0,92	0,42	0,69	-	-
Нутривант плюс универсальный	0,94	1,10	0,49	0,84	0,15	22,2
Плантафол 20-20-20	1,19	1,58	0,78	1,18	0,49	71,5
Мегафол, Ж	1,02	1,23	0,67	0,97	0,28	41,1
В среднем по вариантам	0,97	1,21	0,59	-	0,31	44,9
НСР ₀₅ для фактора А	0,35	0,21	0,23			
НСР ₀₅ для фактора В и АВ	0,24	0,19	0,16			

В условиях более благоприятного 2022 года уровень урожайности в среднем по вариантам опыта без применения мочевины составил 0,83 т/га и был больше, чем в 2024 году на 0,35 т/га, изменяясь от 0,61 т/га до 1,05 т/га. Полученная прибавка урожая по отношению к контролю была математически достоверной лишь на варианте Плантафол 20-20-20, при урожайности 1,05 т/га она составила 0,44 т/га (при НСР₀₅ 0,35). Еще большим уровень урожайности фасоли в среднем по вариантам опыта был получен на фоне внесения мочевины 0,97 т/га. Лучшая урожайность на этом фоне была получена при внесении Мегафол, Ж – 1,02 т/га (прибавка 0,3 т/га) и Плантафол 20-20-20 – 1,19 т/га (прибавка 0,47 т/га) (при НСР₀₅ 0,24). Достоверные различия установлены на этом фоне между вариантами Нутривант плюс универсальный и Плантафол 20-20-20 (0,25 т/га).

В благоприятных условиях вегетационного периода 2023 года на критический период по отношению к влаге приходилось выпадение осадков и уровень урожайности был лучшим за все изучаемые годы. На фоне без мочевины средняя по вариантам урожайность составила 1,12 т/га и была больше, чем в 2022 году, на 0,29 т/га и больше, чем в 2024 году, на 0,64 т/га. В благоприятных по влагообеспеченности условиях 2024 года тенденция по прибавке и достоверности урожайности на этом фоне сохранялась и была такой же, как и в менее благоприятные годы, достоверно большей, чем на контроле прибавка была на одном варианте Плантафол 20-20-20 – 0,48 т/га (при НСР₀₅ 0,21), также существенными были различия в урожайности между вариантами Мегафол, Ж и Плантафол 20-20-20 и составили 0,23 т/га. Где применяли листовые подкормки на фоне мочевины средняя по вариантам урожайность составила – 1,21 т/га, на контроле (без листовых подкормок только мочевины) – 0,92 т/га, на варианте Нутривант плюс универсальный – 1,10 т/га, Мегафол, Ж – 1,23 т/га и Плантафол 20-20-20 – 1,58 т/га. Большей прибавка была на варианте Мегафол, Ж – 0,33 т/га и Плантафол 20-20-20 – 0,66 т/га (при НСР₀₅ 0,19). Также достоверные различия установлены между вариантами Мегафол, Ж и Плантафол 20-20-20 – 0,35 т/га и Нутривант плюс универсальный и Плантафол 20-20-20 – 0,48 т/га.

В среднем за три года на фоне контроль (без мочевины) урожайность изменялась по вариантам листовых подкормок от 0,73 т/га при внесении Нутривант плюс универсальный до 1,01 т/га на варианте Плантафол 20-20-20. Этот же вариант на этом фоне обеспечил лучшую прибавку урожая семян фасоли, которая составила 0,39 т/га или 62,9 % по сравнению с контролем. В среднем по вариантам прибавка была на уровне 0,25 т/га или 40,1 %.

На фоне внесения мочевины в среднем за три года урожайность на контроле (без листовых подкормок, только мочевины) составила 0,69 т/га, при внесении листовых подкормок урожайность варьировала от 0,84 т/га до 1,18 т/га. Применение листовых подкормок обеспечивало прибавку урожая на этом фоне от 0,15 т/га или 22,2 % до 0,49 т/га или 71,5 %, средняя прибавка составила 0,31 т/га или 44,9 %. Лучшую прибавку урожайности на этом фоне обеспечил вариант с листовой подкормкой Плантафол 20-20-20 – 0,49 т/га или 71,5 % в сравнении с контролем.

Заключение. Таким образом, проведенные нами опыты в производственных условиях по изучению влияния удобрения и некорневых подкормок на рост, развитие и формирование урожайности семян фасоли овощной сорта Золотая сакса позволили установить, что наибольшая урожайность в среднем за три года исследований получена на фоне применения мочевины совместно с листовой подкормкой Плантафол 20-20-20 – 1,18 т/га.

Библиография

1. Антошкин А.А. Агротехника и семеноводство фасоли овощной [Текст] / А. А. Антошкин, М. П. Мирошникова, Е. П. Пронина, С. В. Гончаров // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2009. – № 43. – С. 35–38.
2. Деревщюков С.Н. Овощная фасоль: технология и сорта [Текст] / С. Н. Деревщюков, В. В. Востриков // Картофель и овощи. – 2015. – № 7. – С. 14–17.
3. Деревщюков С.Н. История и результаты селекции фасоли овощной на Воронежской овощной опытной станции [Текст] / С. Н. Деревщюков // Овощи России. – 2013. – № 1(18). – С. 55–59.
4. Казыдуб Н.Г. Сорта фасоли овощной для механизированной уборки [Текст] / Н. Г. Казыдуб, В. Н. Казыдуб, Т. В. Маракаева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – 2012. – № 1(26). – С. 100–104.
5. Муравьев А.А. Влияние инокуляции семян белгородским нитрагином КМ на урожай и качество зерна сортов соев в лесостепи ЦЧР [Текст] / А. А. Муравьев, В. А. Сергеева // Аграрная наука. – 2017. – № 9–10. – С. 24–28.

6. Мамедова Ш.А. Влияние удобрений на химический состав овощной фасоли [Текст] / Ш. А. Мамедова // Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6, № 11. – С. 188–196.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А. В. Турьянский, В. И. Мельников, Л. А. Селезнева, Н. Р. Асыка, В. Ф. Ужик и др. – Белгород : Изд. Константа, 2014. – 462 с.
8. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на 01.01.2022 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gossortrf.ru>. (дата обращения 26.02.2025).

References

1. Antoshkin A.A. Agrotechnics and seed production of vegetable beans [Text] / A. A. Antoshkin, M. P. Miroshnikova, E. P. Pronina, S. V. Goncharov // Selection and seed production of vegetable crops. – 2009. – № 43. – P. 35–38.
2. Derevshchukov S.N. Vegetable beans: technology and varieties [Text] / S. N. Derevshchukov, V. V. Vostrikov // Potatoes and vegetables. – 2015. – № 7. – P. 14–17.
3. Derevshchukov S.N. History and results of vegetable bean breeding at the Voronezh vegetable experimental station [Text] / S. N. Derevshchukov // Vegetables of Russia. – 2013. – № 1(18). – S. 55–59.
4. Kazydub N.G. Vegetable beans varieties for mechanized harvesting [Text] / N. G. Kazydub, V. N. Kazydub, T. V. Marakaeva // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova. – 2012. – № 1(26). – S. 100–104.
5. Muravyov A.A. The influence of seed inoculation with Belgorod nitragin KM on the yield and grain quality of soybeans in the forest-steppe of the Central Black Earth Region [Text] / A. A. Muravyov, V. A. Sergeeva // Agrarian Science. – 2017. – № 9–10. – S. 24–28.
6. Mamedova Sh.A. Influence of fertilizers on the chemical composition of vegetable beans [Text] / Sh. A. Mamedova // Bulletin of Science and Practice. – 2020. – Т.6, № 11. – S. 188–196.
7. Organizational and technological standards for the cultivation of agricultural crops (on the example of the Belgorod region) [Text] / A. V. Turyansky, V. I. Melnikov, L. A. Selezneva, N. R. Asyka, V. F. Uzhik and others. – Belgorod : Ed. Constant, 2014. – 462 p.
8. Plant varieties included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use as of 01.01.2022 [Electronic resource]. – Access mode: <https://gossortrf.ru>. (date of access 02.26.2025).

Сведения об авторах

Муравьев Александр Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, 8-951-142-75-77, e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru.

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, 8-951-132-88-89.

Information about authors

Muravyov Alexander Alexandrovich, 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, d. 1, Maisky settlement, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, 8-951-142-75-77, e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru.

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», Vavilov St., 1, Maysky settlement, Belgorodsky District, Belgorod Region, Russia, 308503, 8-951-132-88-89.

УДК 631.559:635.657:631.84:631.816.3

В.А. Сергеева, Е.Ю. Колесниченко

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ НУТА ПОСЕВНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК

Аннотация. В условиях вегетационных периодов 2022-2024 гг. были проведены полевые опыты по влиянию некорневых подкормок Фертигрейн фолиар, Полидон биобобовый, Текнокель аминокс и аммиачной селитры в дозе N₆₀ на особенности формирования линейного роста растений, высоты прикрепления нижнего боба, фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений нута и установлены закономерности формирования урожайности нута сорта ВИР 68.

Изучаемые агротехнические приемы обеспечили лучшую сохранность растений нута. Выявлена лучшая сохранность растений нута при применении аммиачной селитры и некорневых подкормок, которая в сравнении с контролем была выше, особенно на вариантах Текнокель аминокс – 96,9 % и Полидон биобобовый – 100%.

Установлено положительное влияние аммиачной селитры и некорневых подкормок на высоту растений нута и на высоту прикрепления нижнего боба. На фоне внесения аммиачной селитры на всех вариантах опыта растения нута формировали большую высоту и нижний боб закладывался выше, чем без применения аммиачной селитры. Наибольшая высота растений нута достоверно выше, чем на контроле, была получена при применении некорневой подкормки Текнокель аминокс – 75,2 см, что на 13,2 см больше, на этом же варианте высота прикрепления нижнего боба была наибольшей по опыту – 26,8 см, что на 8,4 см больше контроля.

Выявлено положительное влияние сочетания аммиачной селитры и некорневых подкормок на формирование урожая семян нута. Так, на фоне, где вносили аммиачную селитру, урожайность в среднем за три года варьировала от 1,01 т/га до 1,80 т/га, в среднем по вариантам прибавка составила 0,64 т/га или 62,9 %. Лучшую урожайность и самую высокую прибавку как на этом фоне, так и в опыте в целом получили при внесении некорневой подкормки Текнокель аминокс – 1,80 т/га и 0,79 т/га и 77,9 %.

Ключевые слова: семена, нут, некорневые подкормки, агротехника, линейный рост, площадь листового аппарата, число клубеньков, масса клубеньков, урожайность.

FORMATION OF CHICKPEA YIELD DEPENDING ON NITROGEN FERTILIZER AND FOLIAR FEEDING

Abstract. In the conditions of the vegetation periods of 2022-2024, field experiments were conducted on the effect of foliar dressings Fertigrain foliar, Polydon bio-legume, Teknokel amino mix and ammonium nitrate at a dose of N₆₀ on the features of the formation of linear growth of plants, the height of attachment of the lower bean, the photosynthetic and symbiotic apparatus of chickpea plants and patterns of formation of the yield of chickpea variety VIR68 were established. The studied agrotechnical methods ensured better preservation of chickpea plants. Better preservation of chickpea plants was revealed when using ammonium nitrate and foliar dressings, which was higher in comparison with the control, especially in the Teknokel amino mix options – 96,9 % and Polydon bio-legume – 100 %. A positive effect of ammonium nitrate and foliar feeding on the height of chickpea plants and the height of attachment of the lower bean was established. Against the background of the introduction of ammonium nitrate in all variants of the experiment, chickpea plants formed a greater height, and the lower bean was laid higher than without the use of ammonium nitrate. The greatest height of chickpea plants, significantly higher than in the control, was obtained when using foliar feeding Teknokel amino mix – 75,2 cm, which is 13,2 cm more, in this variant the height of attachment of the lower bean was the greatest in the experiment – 26,8 cm, which is 8,4 cm more than the control. A positive combination of ammonium nitrate and foliar feeding on the formation of chickpea seed yield was revealed, so against the background where ammonium nitrate was applied, the yield on average for three years varied from 1,01 per hectare to 1,80 per hectare, on average for the variants the increase was 0,64 per hectare or 62,9 %. The best yield and the highest yield both against this background and in the experiment were obtained with the application of foliar feeding Teknokel amino mix – 1,80 per hectare and 0,79 per hectare and 77.9 %.

Keywords: seeds, chickpeas, foliar feeding, agricultural technology, linear growth, leaf apparatus area, number of nodules, nodule weight, yield.

Введение. Важную роль в современном аграрном производстве при использовании в растениеводстве резервов биологического азота, решении задач продовольственного обеспечения населения и животноводства высокопротеиновыми кормами играют зерновые бобовые культуры [1, 5].

Значительно высокими оцениваются перспективы увеличения доли зерновых бобовых культур в качестве предшественников для зерновых культур, что характеризует их высокую ценность для последующих культур, а хорошо сбалансированный биохимический состав их семян позволит в обозримом будущем успешно решить проблему дефицита белка в животноводстве [6, 7, 8, 15].

При научно-обоснованном решении данной проблемы недостаточно просто увеличить площади под зерновыми бобовыми, необходимо пересмотреть пути достижения высокого уровня их урожайности за счет более полного изучения, совершенствования и внедрения в производство перспективных региональных технологий их возделывания. В частности, в последние годы внедряются технологии возделывания зерновых бобовых культур применительно к условиям расположения конкретного хозяйства. Рациональность данных технологий заключается в последовательном устранении лимитирующих факторов жизни растений за счет оптимизации каждого из имеющихся в распоряжении специалистов элемента агротехнологии [2, 3, 4, 9].

В Центрально-Черноземном регионе применяется достаточно широкий набор агротехнологий традиционных для региона зерновых бобовых культур. Однако по причине участвовавших засух с каждым годом растет интерес к относительно новой зерновой бобовой культуре – нуту посевному, который не уступает по урожайности, но превосходит многие из бобовых по засухоустойчивости, при этом существующие и внедряемые элементы технологии его возделывания на практике апробированы не в полной мере [10-12].

В ходе ранее проведенных исследований были изучены перспективные агротехнические приемы, основанные на применении новых сортов, удобрений, средств защиты, регуляторов роста, микробиологических препаратов, позволяющих

увеличить урожайность нута до определенного предела. В современных же условиях участвовавших засух важно своевременно осуществить компенсацию лимитирующих факторов путем стимуляции фотосинтеза, улучшения симбиотической деятельности клубеньковых бактерий, усиления обмена веществ в растениях с учетом обеспеченности элементами минерального питания [6, 7, 14, 16].

Основная из имеющихся общих агротехнологий возделывания нута в юго-западной части Центрально-Черноземного региона недостаточно изучена и не в полной мере апробирована. Поэтому разработка технологии и изучение влияния отдельных её элементов – минеральных удобрений и листовых подкормок – на урожайность нута в условиях региона является актуальным направлением для исследований.

Цель и задачи исследования. Провести оценку формирования показателей роста и развития растений нута посевного в зависимости от изучаемых приемов агротехники. Определить влияние азотного минерального удобрения и листовых подкормок на показатели вегетации, выживаемости растений на момент уборки, высоты растений, фотосинтетическую деятельность, количество и массу активных клубеньков на корнях растений нута и урожайность нута.

Материалы и методы исследования. Экспериментальную работу проводили в 2022-2024 гг. в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона на базе ООО «Зеленый Остров» Белгородского района Белгородской области в различных условиях вегетационных периодов.

Тип почвы опытного участка – чернозем типичный среднесуглинистый среднесуглинистый легкосуглинистого гранулометрического состава, гумуса 4,7 %, pH 5,4 со средним содержанием основных элементов питания.

Объектом исследований был сорт нута ВИР 68, который выведен в Федеральном исследовательском центре всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова. Включён в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) региону. Рекомендован для возделывания в Тамбовской области. Растение высокое (до 70 см), куст прямостоячий. Антоциановая окраска стебля отсутствует. Листочки среднего размера. Цветки белые. Окраска семян жёлтая, форма округлая, ребристость слабая.

Средняя урожайность в Тамбовской области – 24,6 ц/га, на уровне условного стандарта Волгоградский 10. Максимальная урожайность – 29,2 ц/га – получена в 2015 г. в Тамбовской области. Ценный по качеству сорт [13].

Площадь делянки в опыте 55 м², учетная 50 м² повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Заблаговременно за 3 недели до посева семена нута обрабатывали фунгицидным протравителем Максим XL, КС – 1,5 л/т, а непосредственно перед посевом проводили инокуляцию Planteco нут MC285 – 2 кг/т. Данный препарат содержит живые клетки культуры азотфиксирующих клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri* с титром не менее 2х10⁹ КОЕ/г и продукты их метаболизма.

Схема опыта представлена следующими вариантами: без применения некорневых подкормок, контроль (обработка растений водой), Фертигрейн фолиар – 1,5 л/га; Полидон биобобовый – 1 л/га и Текнокель аминокс – 1,0 л/га трехкратно в фазу первой пары настоящих листьев, бутонизации и образования бобов. И эти же некорневые подкормки на фоне применения аммиачной селитры N₆₀ под предпосевную культивацию.

Предшественником в опыте была яровая пшеница, обработка почвы после уборки которой включала следующие операции: дискование двукратно на 6-8 см и 10-15 см МТЗ-82,1 + БДМ-2,5, внесение 1,5 ц диаммофоски МТЗ-82,1 + РУМ 1500 с последующей вспашкой МТЗ-82,1 + ПСКУ-3 на 25-27 см. Весенние агротехнические мероприятия включали: закрытие влаги в период физической спелости почвы МТЗ-82,1 + СГ-10 на 5-7 см. Предпосевную культивацию проводили на глубину 4-5 см МТЗ-82,1 + Ekiw 3,6.

Посев проводили в оптимальные сроки сеялкой СЗ-3,6, на глубину 3-4 см, норма высева 650 тыс. шт. всхожих семян на 1 га с последующим прикатыванием.

Через 2-3 дня после посева вносили смесь почвенный гербицид Мерлин флекс, КС – 0,2-0,3 л/га МТЗ-82,1 + ОРГ 800, расход рабочего раствора 250 л/га.

По мере появления злаковых сорняков применяли гербицид Форвард, МКЭ – 1,2 л/га. С целью профилактики болезней в фазу бутонизации растения нута опрыскивали фунгицидом Оптим, КЭ – 0,5 л/га, до цветения с целью борьбы с вредителями посевы опрыскивали однократно инсектицидом Эфория, КС – 0,3 л/га.

Учеты и наблюдения в опыте проводили согласно общепринятым методикам. Уборку урожая проводили комбайном Samro SR 2010 поделаночно со взвешиванием семян со всей делянки, с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность, достоверность результатов исследований – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты исследований. Климатические условия вегетационных периодов в годы проведения опытов были не вполне типичными для нашего региона, отличаясь дефицитом осадков особенно в 2024 году и резкими изменениями температуры. По обеспеченности теплом и осадками лучшим для вегетации нута оказался 2022 год, несколько хуже 2023 год и самым неблагоприятным 2024 год.

Следует отметить, что в наших полевых опытах на рост, развитие и формирование урожайности нута посевного оказывали влияние как климатические условия вегетационного периода, так и изучаемые некорневые подкормки и аммиачная селитра.

От этих же факторов зависели выживаемость и сохранность растений нута на момент уборки (табл. 1).

На вариантах некорневых подкормок (без внесения селитры) из высеванных 65 штук всхожих семян на метре квадратном сохранность растений нута посевного на момент уборки изменялась от 58 шт./м² до 62 шт./м². Наименьшей она была на контроле (без аммиачной селитры и без некорневых подкормок, обработка вегетирующих растений водой) – 90,6 %, некорневые подкормки повышали сохранность растений на 1,5-6,3 %. Лучшие показатели сохранности растений отмечали на варианте с применением некорневой подкормки Полидон биобобовый – 96,9 %.

Таблица 1 – Густота и выживаемость растений нута в зависимости от некорневых подкормок и аммиачной селитры, шт./м² 2022–2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	I	II	III	IV	Среднее	Осталось к уборке	
						шт./м²	%
Контроль (без аммиачной селитры)							
Контроль	63	65	64	65	64	58	90,6
Фертигрейн фолиар	63	65	65	64	64	60	93,8

Полидон биобобовый	65	64	63	65	64	62	96,9
Текнокель аминокс	64	65	63	64	64	57	89,1
Аммиачная селитра N ₆₀ (Фактор В)							
Контроль	62	64	65	65	64	59	92,2
Фертигрейн фолиар	63	63	65	63	64	60	93,8
Полидон биобобовый	65	65	64	65	65	65	100,0
Текнокель аминокс	65	63	64	65	64	62	96,9

Внесение аммиачной селитры N₆₀ и применение на ее фоне некорневых подкормок повышало сохранность растений: на контроле (контроль без некорневых подкормок только мочевина) она составила 92,2 %, что на 1,6 % больше, чем без применения аммиачной селитры и некорневых подкормок (обработка вегетирующих растений водой), на варианте Полидон биобобовый сохранность составила 100 % (на 3,1 % больше, чем без аммиачной селитры) и на варианте Текнокель аминокс сохранность составила 96,9 %, что на 7,8 % больше, чем без внесения аммиачной селитры. Лишь на варианте с некорневой подкормкой Фертигрейн фолиар сохранность растений нута на фоне с аммиачной селитрой и без ее внесения была одинаковой и составила – 93,8 %. Таким образом, можно сделать предварительный вывод о том, что изучаемые агротехнические приемы возделывания нута улучшают выживаемость растений.

Одним из способов контроля за ростом и развитием растений является периодическое измерение их высоты, которая отражает реакцию растений как на условия произрастания, так и на воздействующие на них элементы технологии возделывания. В проведенных нами полевых опытах было предусмотрено периодическое измерение высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба. Эти показатели находились в прямой зависимости от внесения некорневых подкормок и еще большие различия наблюдались при применении аммиачной селитры.

В среднем за 2022-2024 гг. высота растений нута посевного сорта ВИР 68 в фазу образование бобов была наименьшей на контроле (без аммиачной селитры и без некорневых подкормок) и составила 60,3 см, также на этом варианте наименьшей была и высота прикрепления нижнего боба – 16,6 см (табл. 2).

Применяемые лишь некорневые подкормки на фоне без аммиачной селитры способствовали увеличению высоты растений нута и высоты прикрепления нижнего боба, однако, не на всех вариантах опыта. Так, при применении некорневой подкормки Полидон биобобовый высота растений составила 62 см (на 1,7 см больше, чем на контроле (НСР₀₅ 2,3), высота прикрепления нижнего боба – 18,4 см (на 1,8 см больше контроля) (НСР₀₅ 3,7). Достоверно большими высота растений нута и высота прикрепления нижнего боба были при внесении Фертигрейн фолиар – 64,0 см (на 3,7 см выше, чем на контроле НСР₀₅ 2,3 и 20,8 см (на 4,2 см выше контроля при НСР₀₅ 3,7), а наилучшие показатели на этом фоне получены при внесении некорневой подкормки Текнокель аминокс – высота растений 70,7 см (на 10,4 см выше) и высота прикрепления нижнего боба – 24,3 см (на 7,7 см выше контроля).

Таблица 2 – Линейный рост растений и высота прикрепления нижнего боба у сорта нута ВИР 68 в зависимости от некорневых подкормок и аммиачной селитры, 2022-2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	Контроль (без аммиачной селитры)		Аммиачная селитра N ₆₀ (фактор В)	
	среднее на одно растение, см			
	высота растений	высота прикрепления нижнего боба	высота растений	высота прикрепления нижнего боба
Контроль	60,3	16,6	62,0	18,4
Фертигрейн фолиар	64,0	20,8	67,3	23,4
Полидон биобобовый	62,0	18,4	65,6	21,7
Текнокель аминокс микс	70,7	24,3	75,2	26,8
В среднем по вариантам	64,3	20,0	67,5	22,6
НСР ₀₅ для фактора А	2,3	3,7		
НСР ₀₅ для фактора В и АВ			4,5	3,6

На фоне внесения аммиачной селитры на всех вариантах опыта растения нута формировали большую высоту и нижний боб закладывался выше, чем без применения аммиачной селитры. Наибольшая высота растений нута достоверно выше, чем на контроле, была получена при применении некорневой подкормки Текнокель аминокс – 75,2 см, что на 13,2 см больше (НСР₀₅ 4,5), на этом же варианте высота прикрепления нижнего боба была наибольшей по опыту – 26,8 см, что на 8,4 см больше контроля (НСР₀₅ 3,6). Также достоверно большие различия в сравнении с контролем (без некорневой подкормки) по изучаемым показателям на данном фоне получены на варианте Фертигрейн фолиар. В опыте установлены достоверно большие межвариантные различия между Полидон биобобовый и Текнокель аминокс, и Фертигрейн фолиар и Текнокель аминокс.

Важной задачей любой агротехнологии является формирование хорошо развитой продолжительно функционирующей ассимилирующей поверхности. В проведенных нами полевых опытах в среднем за три года площадь листьев на фоне, где применяли только некорневые подкормки, изменялась от 16,2 тыс. м²/га до 21,6 тыс. м²/га, а в среднем по вариантам составила 19,4 тыс. м²/га (табл. 3).

Таблица 3 – Фотосинтетическая деятельность растений нута в зависимости от некорневых подкормок и аммиачной селитры, 2022-2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	Площадь листьев тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² сутки/га	ЧПФ, г/м ² ×сутки
Контроль (без аммиачной селитры)			
Контроль	16,2	556,4	3,64
Фертигрейн фолиар	20,9	610,4	4,12
Полидон биобобовый	18,7	586,3	3,89
Текнокель amino микс	21,6	621,9	4,32
В среднем по вариантам	19,4	593,8	4,0
Аммиачная селитра N ₆₀ (Фактор В)			
Контроль	19,9	592,8	3,89
Фертигрейн фолиар	22,1	636,2	4,46
Полидон биобобовый	21,4	621,8	4,02
Текнокель amino микс	24,2	736,4	4,67
В среднем по вариантам	21,9	646,8	4,3

На вариантах, где применяли аммиачную селитру совместно с некорневыми подкормками, в среднем по вариантам площадь листьев была больше на 2,5 тыс. м²/га и составила 21,9 тыс. м²/га. Наибольшие различия в формировании площади листового аппарата на этом фоне по сравнению с контролем (без некорневых подкормок, только аммиачная селитра) установлены при некорневой подкормке Текнокель amino микс на 4,3 тыс. м²/га, площадь листьев на этом варианте также была максимальной – 24,2 тыс. м²/га.

Фотосинтетический потенциал растений нута также находился в прямой зависимости от внесения аммиачной селитры и некорневых подкормок. Он был больше в среднем по вариантам опыта на 53 тыс.м²сутки/га, где некорневые подкормки применяли на фоне внесения аммиачной селитры. Фотосинтетический потенциал был наибольшим в опыте на варианте аммиачная селитра N₆₀ с некорневой подкормкой Текнокель amino микс и составил 736,4 тыс.м² сутки/га, что больше контроля (без некорневых подкормок) на 143,6 тыс.м²сутки/га, и больше, чем этот же вариант, но без внесения аммиачной селитры на 114,5 тыс.м²сутки/га.

Чистая продуктивность фотосинтеза была меньшей на контроле (без аммиачной селитры и без некорневых подкормок) – 3,64 г/м²×сутки, без некорневых подкормок, но на фоне внесения аммиачной селитры – 3,89 г/м²×сутки. Применение некорневых подкормок обусловило повышение чистой продуктивности фотосинтеза, которое изменялось на фоне без применения аммиачной селитры от 0,25 г/м²×сутки на варианте Полидон биобобовый до 0,68 г/м²×сутки на варианте Фертигрейн фолиар. Еще больше чистая продуктивность фотосинтеза была на фоне применения аммиачной селитры совместно с некорневыми подкормками. Так, на варианте Фертигрейн фолиар она была больше на 0,57 г/м²×сутки, а наибольшей по опыту при внесении Текнокель amino микс на 0,78 г/м²×сутки и составила на этом варианте – 4,67 г/м²×сутки.

Для формирования высокого урожая зерновых бобовых культур, в том числе и нута посевного, важное значение имеет формирование и функционирование симбиотического аппарата. В условиях проведенных полевых опытов семена нута сорта ВИР 68 перед посевом инокулировали Planteco нут MC285, при этом во все годы исследований на фоне внесения аммиачной селитры угнетения симбиоза не наблюдалось, а за счет более быстрого начального линейного роста растения хорошо развивались и в фазу бутонизации формировали большее количество и массу клубеньков (табл. 4).

Таблица 4 – Число и масса клубеньков на корнях растений нута в зависимости от некорневых подкормок и аммиачной селитры, 2022-2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	Число клубеньков, млн. шт./га				Масса клубеньков, кг/га			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем
Контроль (без аммиачной селитры)								
Контроль	7,15	7,12	6,24	6,84	452,3	486,4	378,4	439,0
Фертигрейн фолиар	7,64	8,62	7,02	7,76	476,8	544,1	431,4	484,1
Полидон биобобовый	7,52	7,54	6,61	7,22	462,3	531,8	382,5	458,9
Текнокель amino микс	8,72	9,24	7,21	8,39	484,1	576,2	464,6	508,3
В среднем по вариантам	7,76	8,13	6,77	-	468,9	534,6	414,2	-
Аммиачная селитра N ₆₀ (Фактор В)								
Контроль	7,25	7,24	6,52	7,00	464,7	520,7	385,2	456,9
Фертигрейн фолиар	7,97	9,24	7,26	8,16	488,2	554,1	442,5	494,9
Полидон биобобовый	7,84	8,21	6,92	7,66	473,1	547,2	394,6	471,6
Текнокель amino микс	8,89	9,36	7,42	8,56	493,4	585,5	473,8	517,6
В среднем по вариантам	7,99	8,51	7,03	-	479,9	551,9	424,0	-

В среднем за три года количество клубеньков на фоне без аммиачной селитры было наименьшим на контроле (без некорневых подкормок) – 6,84 млн. шт./га, на варианте Фертигрейн фолиар – 7,76 млн. шт./га, Полидон биобобовый – 7,22 млн. шт./га и Текнокель аминокс – 8,39 млн. шт./га. В среднем за 2022-2024 гг. на фоне внесения аммиачной селитры число клубеньков было еще большим и изменялось по вариантам опыта от 7,00 млн. шт./га до 8,56 млн. шт./га. Наибольшее их число на корнях растений нута во все годы исследований было установлено на варианте с применением некорневой подкормки Текнокель аминокс совместно с аммиачной селитрой – 8,56 млн. шт./га.

На вариантах опыта, где на корнях растений нута было сформировано большое количество клубеньков, их масса также была наибольшей по опыту. В среднем за три года по опыту масса клубеньков варьировала 439,0 до 517,6 кг/га. На контроле (без аммиачной селитры и без некорневых подкормок) масса клубеньков в среднем за три года составила 439,0 кг/га, на этом же варианте, но при внесении аммиачной селитры, на 17,9 кг/га больше – 456,9 кг/га, такая тенденция наблюдалась на всех вариантах опыта. Наибольшая масса клубеньков в среднем за три года получена на фоне внесения аммиачной селитры совместно с некорневой подкормкой Текнокель аминокс и составила 517,6 кг/га.

Анализ урожайности семян нута посевного за период проведения полевых опытов 2022-2024 гг. позволил выявить закономерности положительного влияния аммиачной селитры, некорневых подкормок и совместного их применения. Во все годы исследований урожайность была выше на фоне с внесением селитры на контроле (только аммиачная селитра) и на всех вариантах, где применяли некорневые подкормки.

Условия вегетации растений нута 2022 года были самыми благоприятными из периода проведения опытов. Так, средняя урожайность на фоне без аммиачной селитры составила 1,49 т/га, на фоне с внесением аммиачной селитры – 1,62 т/га (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность нута в зависимости от некорневых подкормок и аммиачной селитры, т/га 2022-2024 гг.

Вариант опыта (Фактор А)	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя	± к контролю	
					т/га	%
Контроль (без аммиачной селитры)						
Контроль	1,14	0,97	0,82	0,98	—	—
Фертигрейн фолиар	1,57	1,49	1,37	1,48	0,50	50,7
Полидон биобобовый	1,47	1,32	1,24	1,34	0,36	37,1
Текнокель аминокс микс	1,79	1,62	1,48	1,63	0,65	66,3
В среднем по вариантам	1,49	1,35	1,23	-	0,50	51,4
Аммиачная селитра N ₆₀ (Фактор В)						
Контроль	1,16	0,98	0,89	1,01	—	—
Фертигрейн фолиар	1,79	1,67	1,54	1,67	0,66	65,0
Полидон биобобовый	1,62	1,46	1,34	1,47	0,46	45,9
Текнокель аминокс микс	1,92	1,83	1,64	1,80	0,79	77,9
В среднем по вариантам	1,62	1,49	1,35	-	0,64	62,9
НСР ₀₅ для фактора А	0,34	0,41	0,27			
НСР ₀₅ для фактора В и АВ	0,40	0,57	0,33			

Применение некорневых подкормок в 2022 году без внесения аммиачной селитры обеспечивало достоверно большую прибавку урожая, которая составила на варианте Фертигрейн фолиар – 0,43 т/га и Текнокель аминокс – 0,65 т/га (при НСР₀₅ 0,34). Урожайность семян нута при внесении Полидон биобобовый была на уровне 1,57 т/га, прибавка 0,33 т/га и находилась в пределах ошибки опыта. На фоне аммиачной селитры в этом же году на все вариантах опыта, где применяли некорневые подкормки, были получены достоверно большие прибавки урожая по отношению к контролю. Так, урожайность и прибавка по отношению к контролю на этом фоне составили на вариантах: Фертигрейн фолиар – 1,79 т/га и 0,63 т/га, Полидон биобобовый – 1,62 т/га и 0,46 т/га и Текнокель аминокс – 1,92 т/га и 0,76 т/га (при НСР₀₅ 0,40).

В менее благоприятном 2023 году средняя по фону урожайность семян нута была меньше, чем в 2022 году, на 8,02 % (без применения селитры) и на 9,4 % (на фоне, где применяли аммиачную селитру), изменялась от 0,97 т/га до 1,83 т/га. Урожайность нута на варианте Полидон биобобовый на фоне без аммиачной селитры и с ее внесением оказалась в пределах ошибки опыта, на остальных вариантах прибавка была математически достоверной и варьировала от 0,52 т/га до 0,65 т/га (при НСР₀₅ 0,41), на фоне с внесением аммиачной селитры прибавки урожая изменялись от 0,69 т/га до 0,85 т/га (при НСР₀₅ 0,57).

Условия вегетации нута несмотря на то, что он считается засухоустойчивой культурой, в 2024 году были неблагоприятными. При этом средняя урожайность на вариантах лишь с некорневыми подкормками без аммиачной селитры составила 1,23 т/га, а на фоне применения аммиачной селитры – 1,35 т/га. В этом году все прибавки урожая на фонах без внесения селитры и с ее применением оказались математически достоверными.

В среднем за три года полевых опытов урожайность на фоне без применения аммиачной селитры изменялась от 0,98 т/га до 1,63 т/га. В среднем по вариантам прибавка по отношению к контролю составила 0,50 т/га или 51,4 %. Лучшая прибавка получена при применении Текнокель аминокс – 0,65 т/га или 66,3 %.

На фоне, где вносили аммиачную селитру, урожайность в среднем за три года варьировала от 1,01 т/га до 1,80 т/га, в среднем по вариантам прибавка составила 0,64 т/га или 62,9 %. Лучшую урожайность и самую высокую урожайность как на этом фоне, так и в опыте в целом получили при внесении некорневой подкормки Текнокель аминокс – 1,80 т/га и 0,79 т/га и 77,9 %.

Заключение. Таким образом, проведенные нами опыты по влиянию аммиачной селитры и некорневых подкормок на особенности роста, развития и формирования урожайности нута в условиях региона позволили выявить лучший вариант некорневой подкормки препаратом Текнокель аминокс на фоне аммиачной селитры №60, обеспечивающий максимальный уровень урожайности в разных условиях вегетационных периодов.

Библиография

1. Аленин П.Г. Применение биорегуляторов в технологии возделывания нута [Текст] / П. Г. Аленин, А. Н. Кшни-каткина, И. А. Зеленцов // Нива Поволжья. – 2014. – № 3(32). – С. 2–7.
2. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белго-родской области) [Текст] / А. В. Турьянский, В. И. Мельников, Л. А. Селезнева, Н. Р. Асыка, В. Ф. Ужик и др. – Белгород : Изд. Константа, 2014. – 462 с.
3. Муравьев А.А. Сравнительная эффективность Нитрагина КМ и аммиачной селитры при возделывании сои Бел-городская 8 в лесостепи ЦЧР [Электронный ресурс] // International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – Vol. 5. Issue 03 March. – P. 1554–1560. – URL: <http://www.iajps.com/pdf/march2018/29.IAJPS29032018.pdf>.
4. Демченко М.М. Влияние бактериальных и органических удобрений на симбиотическую азотфиксацию и продук-тивность нута в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья // Автореф. дис. канд. с.х. наук: 06.01.09 / Демченко М. М. – Волгоград, 2003. – 24 с.
5. Муравьев А.А. Агротехнические приемы повышения урожайности фасоли [Текст] / А. А. Муравьев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2024. – № 1(41). – С. 35–39.
6. Столяров О.В. Нут (*Cicer arietinus*) [Текст] / О. В. Столяров, В. А. Федотов, Н. И. Демченко. – Воронежский ГАУ, 2004. – 256 с.
7. Муравьев А.А. Экономическая эффективность агротехнических приемов возделывания нута [Текст] / А. А. Му-равьев, И. С. Муравьева // Материалы национальной научно-практической студенческой конференции «Наука и молодёжь: актуальные вопросы и пути инновационного развития АПК», посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, 06 июня 2023 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 224–225.
8. Муравьева И.С. Резервы повышения урожайности нута в условиях Белгородской области [Текст] / И. С. Муравь-ева, В. А. Сергеева // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24–25 февраля 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 53.
9. Муравьев А.А. Влияние инокуляции семян белгородским нитрагином КМ на урожай и качество зерна сортов сои в лесостепи ЦЧР [Текст] / А. А. Муравьев, В. А. Сергеева // Аграрная наука. – 2017. – № 9–10. – С. 24–28.
10. Клышников В.И. Агротехника нута посевного в условиях Белгородской области [Текст] / В. И. Клышников, А.А. Муравьев // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК: Материалы Международной студенче-ской научной конференции «Горинские чтения, Майский, 28–29 марта 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский государ-ственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 11–12.
11. Муравьев А.А. Урожайность нута в зависимости от агротехнических приемов / А. А. Муравьев, И. С. Муравьё-ва // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 1(37). – С. 72–78.
12. Продуктивность посевов нута при использовании в технологии его возделывания регуляторов роста, микроэле-ментов и Ризоторфина [Текст] / В. Б. Шукин, Н. В. Ледовский, Р. И. Джафарова, Н. В. Ильясова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6(62). – С. 28–30.
13. Сорты растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использова-нию на 16.08.2024 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9051972/> (дата обращения 25.02.2025).
14. Демидова А.Г. Влияние агротехнических приемов на формирование элементов структуры продуктивности сор-тов сои [Текст] / А. Г. Демидова, А. А. Муравьев // Материалы международной научно-практической конференции Пробле-мы и решения современной аграрной экономики – Белгород : Белгородский ГАУ, 2017. – С. 147–148.
15. Муравьев А.А. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сортов сои [Текст] / А. А. Му-равьев, А. Г. Демидова // Материалы международной научно-практической конференции Проблемы и решения современной аграрной экономики. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2017. – С. 173–174.
16. Шукин В.Б. Влияние Ризоторфина, регуляторов роста и микроэлементов на урожайность нута [Текст] / В. Б. Шу-кин, В. В. Каракулев, А. Н. Бибикина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2(34). – С. 40–42.

References

1. Alenin P.G. Application of bioregulators in chickpea cultivation technology [Text] / P. G. Alenin, A. N. Kshnichatkina, I. A. Zelentsov // Niva Povolzhya. – 2014. – № 3(32). – P. 2–7.
2. Organizational and technological standards for the cultivation of agricultural crops (on the example of the Belgorod re- gion) [Text] / A. V. Turyansky, V. I. Melnikov, L. A. Selezneva, N. R. Asyka, V. F. Uzhik et al. – Belgorod : Publishing House Con- stanta, 2014. – 462 p.
3. Muravyov A.A. Comparative efficiency of Nitragin KM and ammonium nitrate in cultivation of Belgorodskaya 8 soy- beans in the forest-steppe of the Central Black Earth Region [Electronic resource] // International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – Vol 5. Issue 03 March. – P. 1554–1560. – URL: <http://www.iajps.com/pdf/march2018/29.IAJPS29032018.pdf>.
4. Demchenko M.M. Effect of bacterial and organic fertilizers on symbiotic nitrogen fixation and productivity of chickpeas in the light chestnut soil subzone of the Lower Volga region // Abstract of Cand. Sci. (Agricultural Sciences): 06.01.09 / Demchenko M. M. – Volgograd, 2003. – 24 p.
5. Muravyov A.A. Agrotechnical methods for increasing bean yields [Text] / A. A. Muravyov // Innovations in the agro- industrial complex: problems and prospects. – 2024. – № 1(41). – P. 35–39.
6. Stolyarov O.V. Chickpea (*Cicer arietinus*) [Text] / O. V. Stolyarov, V. A. Fedotov, N. I. Demchenko. – Voronezh State Agrarian University, 2004. – 256 p.

7. Muravyov A.A. Economic Efficiency of Agrotechnical Methods of Chickpea Cultivation [Text] / A. A. Muravyov, I. S. Muravyova // Proceedings of the National Scientific and Practical Student Conference «Science and Youth: Current Issues and Ways of Innovative Development of the Agro-Industrial Complex», dedicated to the 45th anniversary of the Belgorod State Agrarian University, Maysky, June 06, 2023. – Maysky : Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, 2023. – P. 224–225.
8. Muravyova I.S. Reserves for Increasing Chickpea Yields in the Belgorod Region [Text] / I. S. Muravyova, V. A. Sergeeva // Gorin Readings. Innovative Solutions for the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Student Scientific Conference, Maysky, February 24–25, 2021. Volume 1. – Maysky : Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, 2021. – P. 53.
9. Muravyov A.A. Effect of seed inoculation with Belgorod nitragin KM on the yield and grain quality of soybean varieties in the forest-steppe of the Central Chernozem Region [Text] / A. A. Muravyov, V. A. Sergeeva // Agrarian science. – 2017. – № 9–10. – P. 24–28.
10. Klyshnikov V.I. Agrotechnology of chickpea in the conditions of the Belgorod region [Text] / V. I. Klyshnikov, A. A. Muravyov // Gorinsky readings. Science of the young – for innovative development of the agro-industrial complex: Proceedings of the International student scientific conference «Gorinsky readings», Maysky, March 28–29, 2019. Volume 1. – May : Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, 2019. – P. 11–12.
11. Muravyov A.A. Chickpea yield depending on agrotechnical practices / A. A. Muravyov, I. S. Muravyova // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2023. – № 1(37). – P. 72–78.
12. Productivity of chickpea crops using growth regulators, microelements and Rhizotorfin in its cultivation technology [Text] / V. B. Shchukin, N. V. Ledovsky, R. I. Dzhafarova, N. V. Ilyasova // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. – 2016. – № 6(62). – P. 28–30.
13. Plant varieties included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use on 16.08.2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9051972/> (date of access 25.02.2025).
14. Demidova A.G. Influence of agrotechnical methods on the formation of elements of the productivity structure of soybean varieties [Text] / A. G. Demidova, A. A. Muravyov // Materials of the international scientific and practical conference Problems and solutions of modern agrarian economy. – Belgorod : Belgorod State Agrarian University, 2017. – P. 147–148.
15. Muravyov A.A. Economic and bioenergetic efficiency of cultivating soybean varieties [Text] / A. A. Muravyov, A. G. Demidova // Proceedings of the international scientific and practical conference Problems and solutions of modern agrarian economy. – Belgorod : Belgorod State Agrarian University, 2017. – P. 173–174.
16. Shchukin V.B. The influence of Rizotorfin, growth regulators and microelements on chickpea yield [Text] / V. B. Shchukin, V. V. Karakulev, A. N. Bibikova // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. – 2012. – № 2(34). – P. 40–42.

Сведения об авторах

Сергеева Валентина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8-960-625-87-09, e-mail: sergeeva.v.0809@yandex.ru.

Колесниченко Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 38-17-70, e-mail: kolesnichenko_ej@belgau.ru.

Information about authors

Sergeeva Valentina Alekseevna, 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, d. 1, Maisky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-960-625-87-09, e-mail: sergeeva.v.0809@yandex.ru.

Kolesnichenko Elena Yuryevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, 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, tel. +74722 38-17-70, e-mail: kolesnichenko_ej@belgau.ru.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 330.44

В.В. Акиндинов, В.Б. Попова, А.С. Лосева, К.В. Акиндинов

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Аннотация. В статье рассматривается важность анализа финансовой деятельности сельскохозяйственных предприятий на примере СХПК «Восход» за 2021-2023 годы, акцентируя внимание на снижении прибыли и выручки. Основные причины ухудшения финансовых показателей связаны с ростом себестоимости и снижением цен на продукцию. Анализ показал, что в 2023 году выручка снизилась на 38 678 тыс. руб. по сравнению с 2021 годом, составив лишь 73,92 % от уровня двухлетней давности. Себестоимость продаж выросла на 20 847 тыс. руб., что привело к снижению валовой прибыли до 21 221 тыс. руб., или 26,28 % от уровня 2021 года. Это подчеркивает необходимость пересмотра управленческих подходов и усиления контроля затрат. Использование индексного метода в финансовом анализе позволило более точно оценить влияние различных факторов на прибыль. Факторный анализ выявил, что ключевыми факторами являются объем продаж, структура продукции, себестоимость и цены реализации. Специфика сельского хозяйства, включая хранение продукции и перенос части прибыли на следующий год, влияет на финансовые показатели. Это требует учета в стратегическом планировании. Имитационная модель производства показала слабые места, такие как убыточность производства некоторых культур из-за падения цен. Необходимо улучшение качества продукции и поиск новых каналов сбыта. Разработка имитационной модели производства за 2023 год выявила резервы для повышения рентабельности, такие как увеличение урожайности. Повышение урожайности пшеницы, овса и ячменя может снизить себестоимость и увеличить прибыль. При благоприятных изменениях цен на внутреннем рынке прибыль и рентабельность также возрастут. Статья подчеркивает важность адаптации производственной политики к рыночным условиям и использования экономико-математических моделей для оптимизации процессов. Эти инструменты позволяют предприятию более эффективно использовать ресурсы и улучшать финансовые показатели.

Ключевые слова: прибыль, индексный метод, экономико-математическая модель, имитационные модели, сельскохозяйственное производство, финансовый анализ, рентабельность.

SIMULATION MODELS IN AGRICULTURAL PRODUCTION: FINANCIAL RESULTS ANALYSIS

Abstract. The article examines the importance of analyzing the financial performance of agricultural enterprises, using the example of Voskhod Agricultural Complex for 2021-2023, focusing on the decline in profits and revenue. The main reasons for the deterioration in financial performance are related to rising costs and lower product prices. The analysis showed that in 2023, revenue decreased by 38,678 thousand rubles. compared to 2021, it was only 73.92 % of the level of two years ago. Cost of sales increased by 20,847 thousand rubles, which led to a decrease in gross profit to 21,221 thousand rubles, or 26.28 % of the 2021 level. This highlights the need to review management approaches and strengthen cost control. The use of the index method in financial analysis has made it possible to more accurately assess the impact of various factors on profits. The factor analysis revealed that the key factors are sales volume, product structure, cost and selling prices. The specifics of agriculture, including the storage of products and the transfer of part of the profits to the next year, affect financial performance. This needs to be taken into account in strategic planning. The production simulation model showed weaknesses, such as the loss of production of some crops due to falling prices. It is necessary to improve product quality and search for new sales channels. The development of a production simulation model for 2023 revealed reserves for increasing profitability, such as increased yields. Increasing yields of wheat, oats, and barley can reduce production costs and increase profits. With favorable price changes in the domestic market, profits and profitability will also increase. The article highlights the importance of adapting production policy to market conditions and using economic and mathematical models to optimize processes. These tools allow the company to use resources more efficiently and improve financial performance.

Keywords: profit, index method, economic and mathematical model, simulation models, agricultural production, financial analysis, profitability.

Прибыль – это финансовый результат работы предприятия, который отражает его эффективность, объем производства, качество продукции, производительность труда, и уровень себестоимости [2, 5]. Это основная часть денежных средств, которые создаются предприятием в процессе предпринимательской деятельности. Одновременно прибыль способствует укреплению коммерческих отношений и увеличению производства вне зависимости от формы собственности.

Прибыль играет ключевую роль в финансовом планировании и оценке деятельности предприятий, используется для финансирования различных мероприятий, таких как научные, технические и социально-экономические программы, а также для увеличения заработной платы работников предприятий. Таким образом, прибыль становится ключевым фактором, способствующим развитию как самого предприятия, так и общества в целом, обеспечивая финансирование для различных актуальных инициатив и программ.

Значение прибыли стало более разноаспектным при переходе к рыночной экономике, поскольку предприятия получили большую финансовую независимость и могут самостоятельно решать, на что и в каком объеме направлять свою прибыль после уплаты налогов и других обязательных платежей. В условиях свободного рынка предприятие должно стремиться к максимизации прибыли, что обеспечит его устойчивое положение на рынке и способствует развитию производства в условиях конкуренции. Каждое предприятие перед началом производства продукции устанавливает цели по получению прибыли и дохода. Поэтому прибыль является главной целью предпринимательской деятельности и результатом ее работы. Основной целью каждого предпринимателя является увеличение прибыли при минимальных затратах, следуя строгому режиму экономии и оптимальному использованию ресурсов.

Прибыль предприятия зависит от цены продукции и затрат на ее производство, что делает ее результатом неопределенности будущих экономических событий, поддающихся лишь вероятностной оценке [6].

Основным источником доходов предприятия является прибыль от продаж продукции после вычета всех затрат, связанных с ее производством и реализацией [7].

Тема прибыли и рентабельности в настоящее время особенно остра для российских предприятий, поскольку введенные санкции западных стран негативно отражаются на конечных финансовых результатах.

Рассмотрим анализ прибыли на примере из одного из старейших хозяйств сельскохозяйственного производства Мичуринского района СХПК «Восход». Территория хозяйства составляет 4576 га, основным направлением деятельности СХПК «Восход» Мичуринского района является выращивание однолетних культур (01.1): озимой и яровой пшеницы, пивоваренного ячменя, овса и масличной культуры подсолнечника.

Таблица 1 – Состав и структура проданной продукции СХПК «Восход» за 2021-2023 гг.

Вид продукции	2021 г.		2022 г.		2023 г.	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Зерновые – всего	104311	70,33	35 383	43,90	57187	52,16
Подсолнечник	44010	29,67	45 207	56,10	52456	47,84
ИТОГО	148321	100	80 590	100	109643	100

Как видим из таблицы 1, СХПК «Восход» занимается производством только растениеводческой продукции, отрасль животноводство в хозяйстве отсутствует.

Специализация отрасли растениеводство направлена на производство зерновых и масличных культур подсолнечника.

Возделывание данных сельскохозяйственных культур для СХПК «Восход» наиболее выгодно, которое определено как природно-климатическими условиями, так и экономическими факторами, наибольшей прибылью производства зерна и подсолнечника по сравнению с другими культурами для данного региона, а также налаженными каналами сбыта продукции.

Таблица 2 – Финансовые результаты СХПК «Восход» 2021-2023 гг.

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Абсолютное отклонение 2023 г. от 2021 г. +/-	Отношение 2023 г. к 2021 г., %
Выручка, тыс. руб.	148 321	80 590	109 643	-38 678	73,92
Себестоимость продаж, тыс. руб.	67 575	49 659	88 422	20 847	130,85
Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	80 746	30 931	21 221	-59 525	26,28
Уровень рентабельности, %	119	62	24	-95	20,08

В таблице 2 представлены основные финансовые показатели, включая выручку, себестоимость продаж и валовую прибыль. В 2021 году выручка составила 148321 тыс. руб., в 2022 году она уменьшилась до 80590 тыс. руб., а в 2023 году частично возросла до 109643 тыс. руб.

Анализ финансовых показателей компании за три года показывает, что в 2023 году выручка снизилась на 38 678 тыс. руб. по сравнению с 2021 годом, составив лишь 73,92 % от уровня двухлетней давности. Это вызывает серьезные опасения о стабильности финансовых результатов компании и эффективности ее стратегии. При этом себестоимость продаж увеличилась на 20 847 тыс. руб. с 2021 года, что обуславливает ухудшение валовой прибыли. Уменьшение валовой прибыли до 21 221 тыс. руб. – это тревожный сигнал, который свидетельствует о снижении рентабельности. В 2023 году валовая прибыль составила всего 26,28 % от показателей 2021 года, что подчеркивает необходимость пересмотра подходов к управлению затратами.

Таким образом, текущие результаты требуют глубокого анализа и пересмотра стратегий, чтобы вернуть данные показатели на положительную траекторию.

Таблица 3 – Анализ эффективности производства СХПК «Восход» за 2021-2023 гг.

Показатель	2021 г.				2022 г.				2023 г.			
	зерно пшеницы	овес	ячмень	подсолнечник	зерно пшеницы	овес	ячмень	подсолнечник	зерно пшеницы	овес	ячмень	подсолнечник
Произведено, ц	29580	3657	26720	22295	55587	5605	19156	15542	66809,0	3637	14511	18278
Реализовано, ц	55131	4083	26655	12694	15272	5355	6498	15508	50925	3519	16 855	27 572
Уровень товарности, %	186,4	111,6	99,8	56,9	27,5	95,5	33,9	99,8	76,2	96,8	116,2	150,8
Себестоимость 1 ц, руб.	634,6	686,3	734,4	804,3	1071,8	680,3	1226,8	1153,7	607,6	740,0	1065,6	1 338,97
Цена реализации 1 ц, руб.	1281,5	873,4	1129,0	3467,0	1383,9	764,0	838,7	2916,1	870,6	504,1	657,19	1 902,51
Выручка, тыс. руб.	70652	3566	30093	44010	21136	4091	5450	45207	44 336	1774	11077	52 456
Прибыль (убыток), тыс.руб.	35664	764	10518	33800	4767	448	-2522	27315	13396	-830	-6883	15538
Уровень рентабельности (убыточности), %	101,9	27,3	53,7	331,0	29,1	12,3	-31,6	152,8	43,3	-31,9	-38,3	42,1

Анализ эффективности производства СХПК «Восход» за период 2021-2023 гг. (табл. 3) выявляет неоднозначную динамику по различным культурам. Наиболее стабильные показатели прибыльности демонстрирует подсолнечник, хотя и здесь наблюдаются колебания. Зерновые культуры, особенно пшеница, подвержены значительным изменениям в рентабельности, что требует детального изучения факторов, влияющих на себестоимость и цены реализации.

Обращает на себя внимание снижение уровня рентабельности по ряду культур в 2023 году, что может быть связано с изменениями в затратах на производство, погодными условиями или рыночной конъюнктурой. Отрицательные показатели рентабельности по овсу и ячменю в определенные периоды указывают на необходимость пересмотра стратегии производства данных культур.

В целом, для повышения эффективности производства СХПК «Восход» необходимо углубленное исследование факторов, влияющих на финансовые результаты предприятия, оптимизация производственных процессов и маркетинговой стратегии, а также диверсификация рисков, связанных с колебаниями рыночных цен и погодными условиями.

Превышение уровня товарности 100 % является прямым следствием особенностей сельскохозяйственного производства, а именно формирования значительных запасов продукции. Важно понимать, что это не является негативным фактором, а отражает стратегию управления запасами и ожидания будущих периодов.

Перенос части прибыли от реализации запасов на следующие периоды – нормальная практика в сельском хозяйстве. Это необходимо учитывать при анализе финансовой деятельности, чтобы не искажать реальную картину рентабельности и эффективности работы предприятия.

Использование индексного метода в финансовом анализе предприятий позволяет как бы более точно оценить влияние различных факторов на прибыль [4].

Таблица 4 – Исходные данные для факторного анализа прибыли от реализации и рентабельности производства СХПК «Восход» за 2021-2023 гг.

Показатели	2021 г. (базис)		Условный*		2023 г. (отчетный, факт. данные)	
1. Выручка от реализации (В), тыс. руб.	$p_0 \cdot q_0$	148 321	$p_0 \cdot q_1$	182 956	$p_1 \cdot q_1$	109 643
2. Себестоимость реализованной продукции (С.с), тыс. руб.	$z_0 \cdot q_0$	67 575	$z_0 \cdot q_1$	69 288	$z_1 \cdot q_1$	88 422
3. Прибыль от реализации (П), тыс. руб.	x	80 746	x	113 668	x	21 221

*Базис на фактически реализованную продукцию означает фактический объем продукции (q_1) по ценам и затратам 2021 г. (p_0 , z_0).

В ходе анализа было выявлено, что прибыль от реализации за анализируемый период снизилась на 59525 тыс. руб.

Для более детального понимания изменений в прибыли была использована четырехфакторная модель, в которой объем продаж, структура продукции, себестоимость и цены реализации играет ключевую роль в формировании финансового результата предприятия.

1. $\Delta П(P) = 113668 - 80746 = 32922$ тыс. руб.

Разница в 32922 тыс. руб. между полученной прибылью за 2023 г и условной прибылью, рассчитанной на основе цен и себестоимости 2021 года, подчеркивает значимость этих факторов для финансовых результатов компании.

2. $\Delta П(V) = 80746 \cdot 23,35 \% = 18854,191$ тыс. руб.

$k = 182956 : 148321 \cdot 100 \% - 100 \% = 23,35 \%$ – процент роста объема производства.

Увеличение прибыли на 18854,191 тыс. руб. в 2023 г. благодаря росту объемов реализации подчеркивает значимость спроса и эффективности производства. Это подтверждает, что стратегические решения, направленные на увеличение объемов сбыта, могут существенно повлиять на финансовые результаты компании.

$\Delta П(уд.в) = 32922 - 18854,191 = 14067,809$ тыс. руб.

Учитывая структурный фактор, можно наблюдать, что дополнительная прибыль в размере 14067,809 тыс. руб. в 2023 г. связана с изменениями в ассортименте и структуре продаж. Это указывает на важность адаптации производственной политики к текущим рыночным условиям и потребительским предпочтениям.

3. $\Delta П(с.с) = 69288 - 88422 = -19134$ тыс. руб.

Рост себестоимости продукции является ключевым аспектом, который напрямую влияет на финансовые результаты предприятия. В представленных данных видно снижения прибыли на 19134 тыс. руб., что указывает на необходимость оценки причин такого падения.

4. $\Delta П(ц) = 109643 - 182956 = -73313$ тыс. руб.

Снижение суммы прибыли за счет снижения цен реализации на продукцию показал, что фактическая выручка значительно ниже ожидаемой. Разница в 73313 тыс. руб. сигнализирует о необходимости пересмотра ценовой стратегии и изучения факторов, оказавших влияние на снижение выручки.

Общее изменение прибыли от данных факторов: $\Delta П = 18854,191 + 14067,809 - 19134 - 73313 = -59525$ тыс. руб.

Анализ показателей за 2021 и 2023 годы показывает значительные изменения в финансовых результатах компании. Выручка от реализации увеличилась с 148321 тыс. руб. в 2021 году до 182956 тыс. руб. в 2023 году, однако, несмотря на увеличение выручки, себестоимость реализованной продукции также возросла, что указывает на то, что и при индексном методе необходим более глубокий анализ прибыли.

Зная специфику сельскохозяйственного производства, а именно то, что во многих хозяйствах из-за имеющихся достаточных объемов складских помещений часть продукции реализуется в весенний период, поэтому финансовый результат производства прошлой продукции переходит на год ее реализации, что на самом деле некорректно отражает результаты производства отчетного года.

В данной статье мы предлагаем применить экономико-математическую модель для анализа производственных процессов СХПК «Восход» [1, 3]. Используя данные отчета за 2023 год, мы смоделируем сценарий производства, чтобы оце-

нить эффективность текущих процессов и выявить резервы для повышения прибыли и рентабельности предприятия (рис. 1). Такой подход позволит более глубоко понять динамику производственной деятельности и разработать стратегии для оптимизации ресурсов и увеличения финансовых показателей.

Многолетний анализ СХПК «Восход» выявил, что у предприятия имеется пашни в размере 3755 га и площади посевов лимитированы, под подсолнечник выделяется 720 га, а под зерновые 2150 га оставшаяся площадь 885 га – пар. Таким образом, предприятие ограничивает свой производственный потенциал в рамках 2870 га площади посева.

Показатели	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Тип и размер ограничений	
	оз. пшеница	яр. пшеница	овес	ячмень	подсолнечник	пар		
Пашня	1	1	1	1	1	1	=	3755
Трудовые ресурсы, чел.-час	35	30	25	25	10		=	87000
Гарантированное производство, ц:								
пшеница озимая	33	0	0	0	0	0	=	30000
пшеница яровая	0	38	0	0	0		=	16000
овес	0	0	33	0	0		=	4000
ячмень	0	0	0	25	0		=	30500
подсолнечник	0	0	0	0	25,4		=	23000
Площадь зерновых ,га	1	1	1	1	0		=	2150
площадь подсолнечника,га	0	0	0	0	1		=	720
пар						1	=	885
Материальные затраты на 1 га, руб	30838	30586	23910	29015	33005,6	0		
Себестоимость 1ц, руб.	934	805	725	1161	1299			
Цена реализации 1 ц,руб.	871	871	504	657	1902			
Выручка с 1га, руб.	28729,8	33098	16632	16429,75	48310,8			
Площадь культур, га	x1	x2	x3	x4	x5	x6		
	954	485	111	600	720	885		
Материальные затраты всего, тыс.руб	88080,0							
Выручка, тыс. руб.	89948,5							
Прибыль, тыс. руб.	1868,5							
Уровень рентабельности, %	2,1							

Рис. 1 – Имитационная модель производства СХПК «Восход» 2023 г.

Сравнив финансовые показатели данной имитационной модели производства в СХПК «Восход» за 2023 г. с таблицей 2 «Финансовые результаты СХПК «Восход» 2021-2023 гг.» видим различие. Так, разница в полученной выручке составляет 21221 тыс. руб., что почти на 18 % меньше данных по отчету, разница в прибыли составляет -19352,5 тыс. руб., а уровень рентабельности по годовому отчету составляет 24 %, а по имитационной модели 2,1 %. Такая разница связана с уровнем товарности продукции, т.е. учитывается прошлогодняя продукция, реализованная в отчетном году.

Имитационная модель производства СХПК «Восход» за 2023 г. наглядно показывает убыточные культуры возделывания в этом году. Так, производство озимой пшеницы, овса и ячменя убыточно из-за резкого падения цен на продукцию, на которую предприятие может влиять лишь поиском лучших каналов сбытов и улучшением качества продукции, что уже в нашем исследовании было сказано выше. Также видим, что материальные затраты на 1 га по данным культурам больше полученной выручки, в итоге и себестоимость выше цены.

На основании имитационной модели (рис. 1), главным направлением для повышения прибыли и рентабельности производства в хозяйстве является увеличение валовых сборов убыточных культур за счет роста урожайности (рис. 2).

Показатели	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Тип и размер ограничений	
	оз. пшеница	яр. пшеница	овес	ячмень	подсолнечник	пар		
Пашня	1	1	1	1	1	1	=	3755
Трудовые ресурсы, чел.-час	35	30	25	25	10		=	87000
Гарантированное производство, ц:								
пшеница озимая	36	0	0	0	0	0	=	30000
пшеница яровая	0	38	0	0	0		=	16000
овес	0	0	48	0	0		=	4000
ячмень	0	0	0	38	0		=	30500
подсолнечник	0	0	0	0	25,4		=	23000
Площадь зерновых ,га	1	1	1	1	0		=	2150
площадь подсолнечника,га	0	0	0	0	1		=	720
пар						1	=	885
Материальные затраты на 1 га, руб	30838	30586	23910	29015	33005,6	0		
Себестоимость 1ц, руб.	857	805	498	764	1299			
Цена реализации 1 ц,руб.	871	871	504	657	1902			
Выручка с 1га, руб.	31341,6	33098	24192	24973,22	48310,8			
Площадь культур, га	x1	x2	x3	x4	x5	x6		
	954	485	111	600	720	885		
Материальные затраты всего, тыс.руб	88080,0							
Выручка, тыс. руб.	98405,4							
Прибыль, тыс. руб.	10325,4							
Уровень рентабельности, %	11,7							

Рис. 2 – Имитационная модель производства в СХПК «Восход» (отражен рост урожайности убыточных культур производства)

Исходя из имитационной модели производства в СХПК «Восход» (рис. 2), если хозяйству удастся повысить урожайность по озимой пшенице, овсу и ячменю соответственно до 36, 48 и 36 ц/га, то значительно снизится себестоимость данных культур и при тех же заложенных ценах реализации выручка за отчетный год возросла бы с 88849,7 до 98405,4 тыс. руб., а прибыль до 10325,4 тыс. руб. Резерв роста прибыли составляет $10325,4 - 1868,5 = 8456,9$ тыс. руб. Уровень рентабельности составит 11,7 %.

Данное исследование демонстрирует, что даже в условиях снижения цен на продукцию, повышение урожайности убыточных культур является ключевым фактором для увеличения прибыли и рентабельности. Причем, рост урожайности не только снижает себестоимость, но и открывает возможности для оптимизации использования ресурсов.

В заключение стоит подчеркнуть, что имитационное моделирование – мощный инструмент для анализа финансовых результатов и выявления скрытых резервов в сельскохозяйственном производстве. Используя имитационные модели, как показано на примере СХПК «Восход», можно не только оценить текущую эффективность, но и прогнозировать результаты от внедрения тех или иных изменений, что поможет сельхозпредприятиям принимать обоснованные решения и адаптироваться к динамично меняющимся рыночным условиям.

Библиография

1. Акиндинов В.В. Моделирование экономических процессов в АПК / В. В. Акиндинов, А. В. Курьянов // Инновационные подходы в науке и образовании: теория, методология, практика : Монография / Под общей редакцией Г. Ю. Гуляева. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 159–180. – EDN XSRCBS.
2. Особенности оценки финансового состояния предприятий АПК / В. В. Акиндинов, Т. И. Каравасева, И. А. Чернова [и др.] // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 2. – EDN YREUNL.
3. Солопов В.А. Регулирование затрат и формирование себестоимости продукции растениеводства с использованием экономико-математических методов / В. А. Солопов, О. Ю. Анциферова, В. В. Акиндинов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 2(73). – С. 172–179. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2022_1_172. – EDN TFZRMT.
4. Миллер Т.Е. Индексный метод в оценке влияния факторов на формирование финансового результата / Т. Е. Миллер // Символ науки: международный научный журнал. – 2016. – № 10–1(22). – С. 85–88. – EDN WXDEBL.
5. Попова В.Б. Анализ динамики производственной деятельности основных экономикообразующих отраслей Тамбовской области / В. Б. Попова, Н. В. Папихина // Актуальные вопросы совершенствования бухгалтерского учета и налогообложения организаций : материалы IV Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26 февраля 2015 года. – Тамбов : Тамбовская региональная общественная организация «Общество содействия образованию и просвещению «Бизнес-Наука-Общество», 2015. – С. 263–273. – EDN WAJOPT.
6. Попова В.Б. Анализ динамики валовой продукции сельского хозяйства в Тамбовской области / В. Б. Попова // Актуальные проблемы и перспективы развития государственной статистики в современных условиях : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, Саратов, 21–25 декабря 2017 года. Том 1. – Саратов : Саратовский социально-экономический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 2018. – С. 121–124. – EDN WAPQXB.
7. Попова В.Б. Проблемы информационного обеспечения анализа финансовых результатов сельскохозяйственных организаций / В. Б. Попова // Финансы России в условиях глобализации : материалы IV Международной научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню финансиста - 2019», Воронеж, 25 сентября 2019 года. – Воронеж : Воронежский экономико-правовой институт, 2019. – С. 187–194. – EDN GVGLTC.

References

1. Akindinov V.V. Modeling of economic processes in agriculture / V. V. Akindinov, A. V. Kuryanov // Innovative approaches in science and education: theory, methodology, practice : Monograph / Under the general editorship of G. Y. Gulyaev. – Penza : «Science and Enlightenment» (IP Gulyaev G.Yu.), 2017. – Pp. 159–180. – EDN XSRCBS.
2. Features of assessing the financial condition of agricultural enterprises / V. V. Akindinov, T. I. Karavaeva, I. A. Chernova [et al.] // Science and Education. – 2021. – Vol. 4, № 2. – EDN YREUNL.
3. Solopov V.A. Cost regulation and cost formation of crop production using economic and mathematical methods / V. A. Solopov, O. Yu. Antsiferova, V. V. Akindinov // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2022. – Vol. 15, № 2(73). – Pp. 172–179. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2022_1_172. – EDN TFZRMT.
4. Miller T.E. The index method in assessing the influence of factors on the formation of financial results / T. E. Miller // Symbol of Science: an international scientific journal. – 2016. – № 10–1(22). – Pp. 85–88. – EDN WXDEBL.
5. Popova V.B. Analysis of the dynamics of production activity of the main economic-forming industries of the Tambov region / V. B. Popova, N. V. Papikhina // Actual issues of improving accounting and taxation of organizations : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Tambov, February 26, 2015. – Tambov : Tambov regional public organization «Society for the Promotion of Education and Enlightenment «Business Science Society», 2015. – Pp. 263–273. – EDN WAJOPT.
6. Popova V.B. Analysis of the dynamics of gross agricultural output in the Tambov region / V. B. Popova // Actual problems and prospects of development of state statistics in modern conditions : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Saratov, December 21–25, 2017. Volume 1. Saratov : Saratov Socio-Economic Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Plekhanov Russian University of Economics», 2018. – Pp. 121–124. – EDN WAPQXB.
7. Popova V.B. Problems of information support for the analysis of financial results of agricultural organizations / V. B. Popova // Finance of Russia in the context of globalization : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the «Financier's Day - 2019», Voronezh, September 25, 2019. Voronezh : Voronezh Institute of Economics and Law, 2019. – Pp. 187–194. EDN GVGLTC.

Сведения об авторах

Акиндинов Валерий Викторович, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухгалтерского учета, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел.+7 906 659-82-28, e-mail: t34ert@mail.ru.

Попова Вера Борисовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухгалтерского учета, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел +7 905 048-50-20.

Лосева Алла Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и бухгалтерского учета, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел +7 953 122-81-12.

Акиндинов Кирилл Валерьевич, студент, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 101, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел.+7 906 599-03-62.

Information about authors

Akindinov Valery Viktorovich, candidate of economic sciences, associate professor of finance and accounting department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», 101 Internatsionalnaya str., Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel.+7 906 659-82-28, e-mail: t34ert@mail.ru.

Popova Vera Borisovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Accounting, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», st. Internatsionalnaya, 101, Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel. +7 905 048-50-20.

Loseva Alla Sergeevna, candidate of economic sciences, associate professor of finance and accounting department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», 101 Internatsionalnaya str., Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel. +7 953 122-81-12.

Akindinov Kirill Valerievich, student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agricultural University», 101 Internatsionalnaya St., Michurinsk, Tambov Region, Russia, 393740, tel.+7 906 599-03-62.

УДК 338.43

В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.П. Епифанцев

ПРИВЕДЕНИЕ СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ К СОПОСТАВИМОМУ ПО ВРЕМЕНИ ВИДУ СПОСОБОМ НАРАЩЕНИЯ

Аннотация. В ходе анализа временных рядов стоимостных показателей, относящихся к длительному прошлому периоду, возникает проблема приведения информации к сопоставимому по времени виду. Кроме того, важно обеспечить наглядность, восприимчивость уровней этих показателей, что достигается, когда они выражены в масштабе настоящей стоимости. Способы приведения информации к сопоставимому виду, предполагающие применение сопоставимых цен, имеют технические и методологические недостатки. Полагаем, что для этих целей наиболее подходит процедура наращения, широко применяемая в банковском деле. Множители наращения, используемые для обслуживания кредитных операций, увязываются с датами платежей и поступления денежных средств и рассчитываются исходя из ставки кредита, позволяя в конечном итоге рассчитать искомые суммы. Применительно к задаче анализа временных рядов стоимостных показателей целесообразно использовать ключевую ставку Центрального Банка Российской Федерации. В последние годы изменение ключевой ставки Центрального Банка Российской Федерации оказывает значимое влияние на стоимость денег и принятие управленческих решений в экономике. Имеются также основания использовать значения ключевой ставки для расчета множителей (коэффициентов) наращения в процедуре приведения стоимостных показателей к сопоставимому по времени виду. В статье анализируется опыт применения этой процедуры, излагается уточненная методика наращения стоимостных показателей, включая вычислительные формулы, приводятся примеры применения методики при анализе динамики объемов государственной поддержки развития сельского хозяйства России, Центрального федерального округа и Белгородской области, а также динамики финансовых результатов организаций в растениеводстве и животноводстве областей Центрального федерального округа.

Ключевые слова: временной ряд, стоимостные показатели, сопоставимый вид, процедура наращения, ключевая ставка ЦБ РФ.

BRINGING VALUE INDICATORS TO A COMPARABLE FORM IN TIME BY A METHOD OF COMPOUNDING

Abstract. During the analysis of time series of cost indicators related to a long past period, the problem arises of reducing information to a time-comparable form. In addition, it is important to ensure the visibility and sensitivity of the levels of these indicators, which is achieved when they are expressed on the scale of the present value. The methods of bringing information to a comparable form, involving the use of comparable prices, have technical and methodological disadvantages. We believe that the compounding procedure, which is widely used in banking, is most suitable for these purposes. The accrual multipliers used to service credit transactions are linked to the dates of payments and receipt of funds and calculated based on the loan rate, allowing you to eventually calculate the required amounts. In relation to the task of analyzing time series of cost indicators, it is advisable to use the key rate of the Central Bank of the Russian Federation. In recent years, changes in the key rate of the Central Bank of the Russian Federation have had a significant impact on the value of money and management decision-making in the economy. There are also reasons to use the key rate values to calculate the multipliers (coefficients) of the compounding in the procedure for bringing the cost indicators to a time-comparable form. The article analyzes the experience of using this procedure, outlines a refined methodology for compounding cost indicators, including computational formulas, and provides examples of the methodology's application in analyzing the dynamics of government support for the development of agriculture in Russia, the Central Federal District and the Belgorod Region, as well as the dynamics of financial results of organizations in crop production and animal husbandry in the Central Federal District.

Keywords: time series, cost indicators, comparable type, compounding procedure, key rate of the Central Bank of the Russian Federation.

Введение. Обеспечение сопоставимости стоимостных показателей во времени позволяет решать ряд важных задач, включая выявление основной тенденции развития социально-экономических объектов [7]; элиминирование фактора изменения стоимости денег в экономико-статистических моделях [3]. Помимо этого, целесообразно обеспечить наглядность, актуальность уровней стоимостных показателей, что невозможно при использовании сопоставимых цен на уровне базисного периода, которое было довольно распространено в прошлом в практике органов государственной статистики и до сих пор находит применение в ряде современных исследований, например в работах [3, 4].

Использование сопоставимых цен на уровне отчетного периода, которое также применяется [6], имеет свои недостатки, включая проблему установления уровня цены на продукцию, которая выпускалась ранее, но не в отчетном периоде, а также необходимость возобновления полного цикла расчетных работ для следующего отчетного периода (проблема преемственности результатов предыдущего анализа).

Полагаем, что если исходная информация представлена оригинальными данными прошлых лет (выраженными в текущих ценах), то наиболее подходящей процедурой приведения их к сопоставимому по времени виду является наращение, или компаундирование (compounding). Наращение позволяет представить стоимостные показатели прошлого времени в современном масштабе.

Наращение или рост – процесс увеличения денежной суммы в связи с присоединением процентов. Временной период, к которому относится процентная ставка, называется периодом начисления [2].

В работе [8] для приведения многолетних данных об объемах средств государственной поддержки в рамках программ и мероприятий по развитию сельского хозяйства к сопоставимому по времени виду использована процедура наращения с учетом изменений уровня ключевой ставки ЦБ РФ (таблицы 1-2).

Таблица 1 – Расчет коэффициентов наращивания за 2018 и 2022 гг. на основе ключевой ставки ЦБ РФ [1]

Дата начала действия ключевой ставки ЦБ РФ	Ключевая ставка, %	Период действия ключевой ставки в границах года	Доля периода в году	Коэффициент, соответствующий ключевой ставке в размерности одного года	Коэффициент, соответствующий ключевой ставке в размерности периода действия	Годовой коэффициент наращения
	<i>r</i>		<i>w</i>	$K_y = 1 + r / 100$	$K_p = K_r^d$	$K = \Pi K_p$
2018 г.						
с 18 декабря 2017 г.	7,75	01.01.2018-11.02.2018	0,1167	1,0775	1,0087	1,074416
с 12 февраля 2018 г.	7,5	12.02.2018-25.03.2018	0,1222	1,0750	1,0089	
с 26 марта 2018 г.	7,25	26.03.2018-16.09.2018	0,475	1,0725	1,0338	
с 17 сентября 2018 г.	7,5	17.09.2018-16.12.2018	0,25	1,0750	1,0182	
с 17 декабря 2018 г.	7,75	17.12.2018-31.12.2018	0,0389	1,0775	1,0029	
2022 г.						
с 20 декабря 2021 г.	8,5	01.01.2022-13.02.2022	0,1222	1,0850	1,0100	1,105133
с 14 февраля 2022 г.	9,5	14.02.2022-27.02.2022	0,0389	1,0950	1,0035	
с 28 февраля 2022 г.	20	28.02.2022-10.04.2022	0,1139	1,2000	1,0210	
с 11 апреля 2022 г.	17	11.04.2022-03.05.2022	0,0639	1,1700	1,0101	
с 4 мая 2022 г.	14	04.05.2022-27.05.2022	0,0639	1,1400	1,0084	
с 27 мая 2022 г.	11	27.05.2022-13.06.2022	0,0472	1,1100	1,0049	
с 14 июня 2022 г.	9,5	14.06.2022-24.07.2022	0,1139	1,0950	1,0104	
с 25 июля 2022 г.	8	25.07.2022-18.09.2022	0,15	1,0800	1,0116	
с 19 сентября 2022 г.	7,5	19.09.2022-31.12.2022	0,2833	1,0750	1,0207	

Таблица 2 – Расчет объема средств государственной поддержки в масштабе стоимости на начало 2023 г. в рамках программ и мероприятий по развитию сельского хозяйства в расчете на 1 га с.-х. угодий, руб. [8]

	Годы				
	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Исходная информация:</i> объем средств государственной поддержки в рамках программ и мероприятий по развитию сельского хозяйства в расчете на 1 га с.-х. угодий, руб.					
Российская Федерация	881,5	785,9	758,6	803,6	849,0
Центральный федеральный округ	2060,6	1735,4	1525,2	1555,0	1585,6
Белгородская область	3697,0	2404,6	1822,4	1606,4	1580,8
Годовые коэффициенты наращивания (пример их расчета дан в табл. 1)					
	1,074416	1,073552	1,050707	1,057344	1,105133
Коэффициенты для приведения стоимости текущего года к масштабу начала 2023 г.					
2018	1,416145 = 1,074416 × 1,073552 × 1,050707 × 1,057344 × 1,105133				
2019		1,318061 = 1,073552 × 1,050707 × 1,057344 × 1,105133			
2020			1,227757 = 1,050707 × 1,057344 × 1,105133		
2021				1,168506 = 1,057344 × 1,105133	
2022					1,105133

Расчет объема средств государственной поддержки в масштабе стоимости на начало 2023 г. на 1 га с.-х. угодий, руб.					
Российская Федерация	1248,3 = = 881,5 × ×1,416145	1035,9 = = 785,9 × ×1,318061	931,4 = = 758,6 × ×1,227757	939,0 = = 803,6 × ×1,168506	938,3 = = 849,0 × ×1,105133
Центральный федеральный округ	2918,1 = = 2060,6 × ×1,416145	2287,4 = = 1735,4 × ×1,318061	1872,6 = = 1525,2 × ×1,227757	1817,0 = = 1555,0 × ×1,168506	1752,3 = = 1585,6 × ×1,105133
Белгородская область	5235,5 = = 3697,0 × ×1,416145	3169,4 = = 2404,6 × ×1,318061	2237,5 = = 1822,4 × ×1,227757	1877,1 = = 1606,4 × ×1,168506	1747,0 = = 1580,8 × ×1,105133

Приведение информации к сопоставимому по времени виду позволяет более объективно оценить динамику размеров государственной поддержки. Так, объем государственной поддержки развития сельского хозяйства в среднем по Российской Федерации в расчете на 1 гектар сельскохозяйственных угодий в текущих ценах уменьшился в 2022 г. по сравнению с 2018 г. на 3,7 %, а в масштабе стоимости на начало 2023 г. – на 24,8 %. В среднем по Белгородской области это снижение составило соответственно 57,2 и 66,6 %. Различия в динамике анализируемого показателя иллюстрируют графики, представленные на рисунках 1-2.

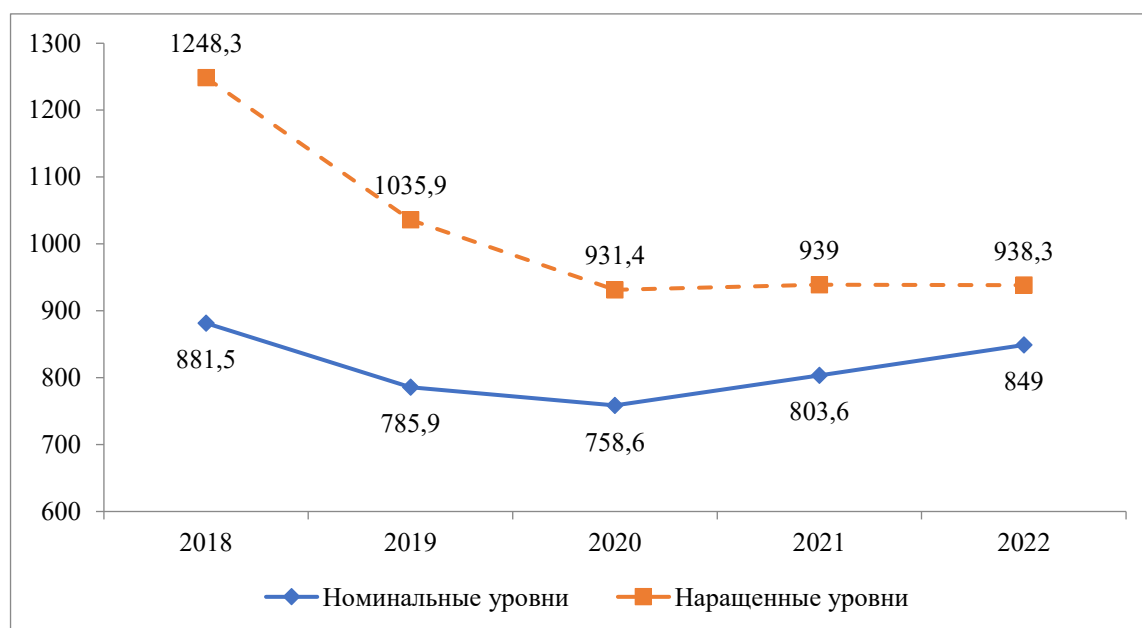


Рис. 1 – Объем средств государственной поддержки в рамках программ и мероприятий по развитию сельского хозяйства в расчете на 1 га с.-х. угодий, руб. (в среднем по РФ)

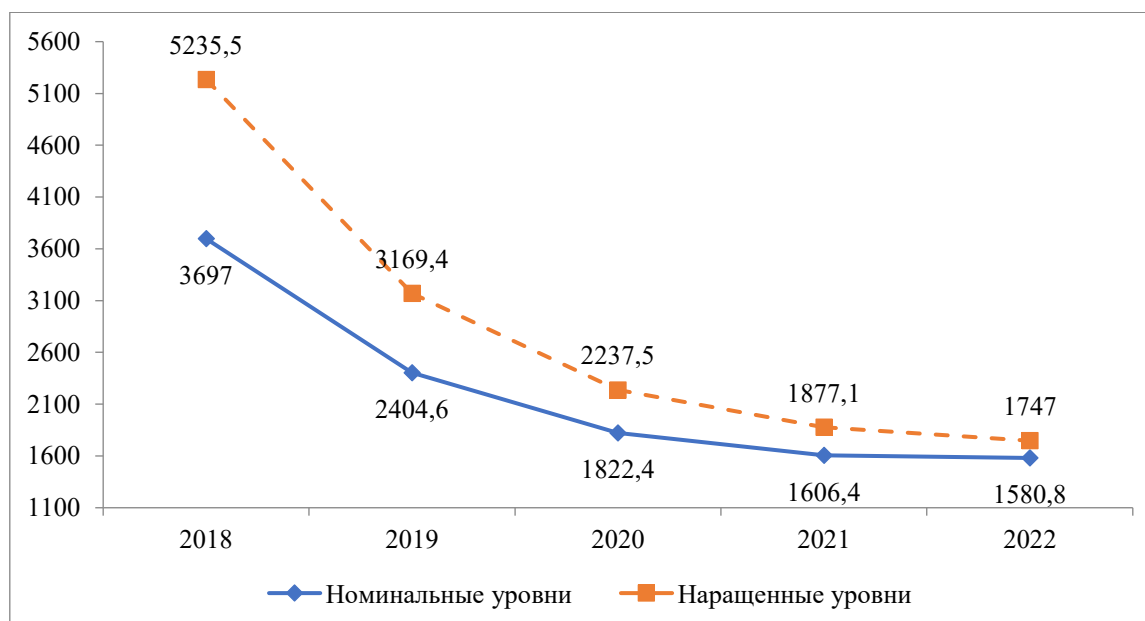


Рис. 2 – Объем средств государственной поддержки в рамках программ и мероприятий по развитию сельского хозяйства в расчете на 1 га с.-х. угодий, руб. (в среднем по Белгородской области)

Результаты исследований. Выполненный анализ показал, что имеются возможности уточнить представленный в табл. 1-2 способ наращивания стоимостных показателей.

Во-первых, годовая сумма долей d , вычисляемых табличным процессором Excel с помощью функции «ДОЛЯГОДА», в рассмотренном примере ни разу не была равна единице. В 2018-2021 гг. она составляла 1,002778, а в 2022 г. – 0,997222. Погрешность небольшая, но все же погрешность.

Во-вторых, выполненная процедура наращивания сумм государственной поддержки корректна при условии, что они поступали сельскохозяйственным товаропроизводителям в начале каждого года анализируемого периода. Если же денежные потоки не были одномоментными, это следовало учесть при расчете коэффициентов наращивания.

Предложения по уточнению способа наращивания стоимостных показателей рассмотрим на примере анализа динамики сальдированного финансового результата организаций, полученного в растениеводстве и животноводстве. Этот результат формируется ежегодно не одномоментно, а на протяжении всего периода производственно-коммерческой деятельности.

Таблица 3 – Сальдированный финансовый результат организаций, полученный в растениеводстве и животноводстве, млн руб. [5]

Области ЦФО	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Белгородская	26392	35495	31781	39274	59648	36709	71834
Брянская	513	-8987	7346	4021	11544	6542	11643
Владимирская	1088	829	1122	1282	1553	2133	1962
Воронежская	4467	12055	12511	31013	36739	37964	48715
Ивановская	-44	84	444	376	504	450	683
Калужская	-385	984	-3097	-2094	-8608	1690	3405
Костромская	266	250	92	271	587	295	1419
Курская	12111	19758	12875	11604	43287	31334	37871
Липецкая	9357	17150	14511	27498	41613	35668	37599
Орловская	878	4743	9093	19272	24260	20360	15925
Рязанская	1221	2192	2756	5340	6776	7476	7405
Смоленская	1023	257	172	-174	424	1063	2568
Тамбовская	6396	10654	9847	21722	38651	22052	31253
Тверская	3332	2541	1912	-1099	1571	2698	3225
Тульская	827	409	3000	4789	7448	7916	10436
Ярославская	2146	1730	2094	2289	1150	780	4110

Первое уточнение относится к порядку расчета годовых коэффициентов наращивания. Предлагаем рассчитывать их по схеме, представленной в табл. 1, с одним лишь изменением: вместо использования функции «ДОЛЯГОДА» процессора Excel определять долю периода начисления в календарном году как отношение

$$\frac{t_{i+1}-t_i}{d_m}, \quad (1)$$

где:

d_m – число дней в году m ;

n – число изменений уровня ключевой ставки в году m ;

$i = 0 \dots n$;

t_i – день (порядковый номер с начала года), начиная с которого вступает в силу значение ключевой ставки;

$t_0 = 1$.

Соответственно, годовой коэффициент наращивания предлагаем вычислять по формуле (2).

$$K_m = \left(1 + \frac{r_n}{100}\right)^{\frac{d_m-t_n}{d_m}} \times \prod_{i=0}^{n-1} \left(1 + \frac{r_i}{100}\right)^{\frac{t_{i+1}-t_i}{d_m}}, \quad (2)$$

где:

K_m – коэффициент наращивания за год m стоимости (в данном примере – финансового результата) предыдущих лет;

r_i – значение ключевой ставки, %;

r_0 – значение ключевой ставки, актуальное на конец года $m-1$, %.

Значения годовых коэффициентов наращивания, рассчитанные по старой и новой методикам, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Годовые коэффициенты наращивания, рассчитанные по старой и новой методикам

Методика расчета	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Старая (табл. 1)	1,07442	1,07355	1,05071	1,05734	1,10513	1,10045
Новая	1,07419	1,07328	1,05063	1,05737	1,10539	1,09973
Отклонение от старой методики	-0,00023	-0,00027	-0,00008	0,00003	0,00026	-0,00071

Второе уточнение связано с необходимостью учесть тот факт, что финансовый результат организаций формируется ежедневно. Будем исходить из того, что в номинальном выражении формирование финансового результата происходит равномерно на протяжении года. Тогда, в период с 1 января до очередного изменения уровня ключевой ставки (первый период наращивания) коэффициент наращивания за этот отрезок времени будет равен следующему выражению

$$f_1 = \frac{\left(1 + \frac{r_0}{100}\right)^{\frac{t_1 - t_0}{d_m}} - 1}{(t_1 - t_0) \times \left(1 + \frac{r_0}{100}\right)^{\frac{1}{d_m}} - (t_1 - t_0)}$$

Оно представляет собой сумму $(t_1 - t_0)$ членов геометрической прогрессии со знаменателем $\left(1 + \frac{r_0}{100}\right)^{\frac{1}{d_m}}$, деленную на продолжительность первого периода наращивания $(t_1 - t_0)$.

Общий вид этого выражения представлен формулой (3). Она позволяет рассчитать составной коэффициент наращивания за i -ый период.

$$f_i = \frac{\left(1 + \frac{r_0}{100}\right)^{\frac{t_1 - t_0}{d_m}} - 1}{(t_i - t_{i-1}) \times \left(1 + \frac{r_0}{100}\right)^{\frac{1}{d_m}} - (t_i - t_{i-1})} \quad (3)$$

В нашем примере этот коэффициент наращивает стоимость финансового результата, полученного в i -ый период до масштаба стоимости на начало следующего периода. Чтобы нарастить финансовый результат до масштаба стоимости на начало следующего года, необходимо дополнительно задействовать простые коэффициенты наращивания, вычисляемые по формуле (4)

$$k_i = \left(1 + \frac{r_n}{100}\right)^{\frac{l_i}{d_m}} \quad (4)$$

где:

l_i – продолжительность периода действия i -го значения ключевой ставки в календарном году, дней.

Если в календарном году насчитывается пять периодов действия различных значений ключевой ставки, то для наращивания стоимости финансового результата, полученного в первый период, до масштаба стоимости на начало следующего года, необходимо использовать произведение следующих коэффициентов $f_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5$. Для наращивания стоимости финансового результата, полученного во второй период, до масштаба стоимости на начало следующего года, необходимо использовать совокупный множитель $f_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5$. Для наращивания стоимости финансового результата, полученного в пятый период, до масштаба стоимости на начало следующего года, используется только один коэффициент f_5 .

Годовой коэффициент наращивания финансового результата, полученного в год m , до масштаба стоимости на начало следующего года, рассчитывается как среднеарифметическая взвешенная:

$$F_m = \frac{l_n}{d_m} \times f_n + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{l_n}{d_m} f_i \prod_{i=1}^{n-1} k_{i+1} \quad (5)$$

В качестве весов выступают доли периодов начисления в календарном году. Результаты вычислений по формуле (5) представлены в первой строке таблицы 5, а коэффициенты, необходимые для приведения финансового результата предшествующих лет к масштабу стоимости на начало 2024 г., – в строке 3.

Таблица 5 – Годовые коэффициенты наращивания финансового результата при условии его непрерывного равномерного формирования

	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Наращивание финансового результата текущего года к масштабу стоимости следующего года	1,03955	1,03651	1,03486	1,02287	1,03183	1,04557	1,05682
Наращивание финансового результата прошлых лет за текущий год (вторая строка табл. 4)	-	1,07419	1,07328	1,05063	1,05737	1,10539	1,09973
Наращивание финансового результата текущего года к масштабу стоимости на начало 2024 г.	1,61855	1,50234	1,39753	1,31478	1,25434	1,14985	1,05682

Приведенные в табл. 5 коэффициенты наращивания финансового результата текущего года к масштабу стоимости на начало 2024 г. использованы для приведения рядов (табл. 3) к сопоставимому по времени виду (таблица 6). Это позволяет объективно оценивать показатели динамики.

Таблица 6 – Динамика финансового результата организаций, полученного в растениеводстве и животноводстве

Области ЦФО	Финансовый результат в масштабе стоимости на начало 2024 г., млн руб.							Наклон, млн руб.	Среднее значение ряда, млн руб.	Наклон к среднему уровню, %
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.			
Белгородская	42717	53326	44415	51637	74819	42210	75916	3848,9	55005,5	7,0
Брянская	830	-13502	10266	5287	14480	7522	12305	2881,6	5312,7	54,2
Владимирская	1761	1245	1568	1686	1948	2453	2073	133,3	1819,2	7,3
Воронежская	7230	18111	17485	40775	46083	43653	51483	7587,2	32117,1	23,6

Ивановская	-71	126	621	494	632	517	722	113,3	434,5	26,1
Калужская	-623	1478	-4328	-2753	-10797	1943	3598	254,5	-1640,2	-15,5
Костромская	431	376	129	356	736	339	1500	133,7	552,3	24,2
Курская	19602	29683	17993	15257	54296	36029	40023	3937,8	30412,0	12,9
Липецкая	15145	25765	20280	36154	52197	41013	39736	4863,7	32898,3	14,8
Орловская	1421	7126	12708	25338	30430	23411	16830	3447,1	16752,0	20,6
Рязанская	1976	3293	3852	7021	8499	8596	7826	1171,5	5866,2	20,0
Смоленская	1656	386	240	-229	532	1222	2714	183,5	931,6	19,7
Тамбовская	10352	16006	13761	28560	48481	25356	33029	4337,5	25078,0	17,3
Тверская	5393	3817	2672	-1445	1971	3102	3408	-288,8	2702,7	-10,7
Тульская	1339	614	4193	6296	9342	9102	11029	1828,5	5987,9	30,5
Ярославская	3473	2599	2926	3010	1442	897	4344	-81,4	2670,2	-3,0

В частности, анализ показателей динамики свидетельствует, что наибольший абсолютный ежегодный прирост финансового результата за 2017-2023 гг. имел место в Воронежской области (7587,2 млн руб.), а наибольший ежегодный относительный прирост – в Брянской области (54,2 %).

Выводы. При анализе многолетних рядов стоимостных показателей сельскохозяйственных организаций, таких как объем оборота, финансовый результат и др., приходится решать проблему приведения информации к сопоставимому по времени виду. В противном случае на результаты анализа будут влиять искажающие факторы, например, инфляция. Помимо этого, важно обеспечить наглядность, восприимчивость уровней рядов динамики, что достигается, когда они выражены в масштабе настоящей стоимости.

Полагаем, что для этих целей наиболее подходит процедура наращения, широко применяемая в банковском деле. Коэффициенты наращения, используемые для обслуживания кредитных операций, увязываются с датами платежей и поступления денежных средств и рассчитываются исходя из ставки кредита, позволяя в конечном итоге рассчитать искомые суммы. Применительно к задаче анализа многолетних рядов стоимостных показателей сельскохозяйственных организаций при расчете коэффициентов наращения целесообразно использовать ключевую ставку ЦБ РФ. В последние годы ее изменение оказывает значимое влияние на стоимость денег и принятие управленческих решений в экономике.

Предложенная в статье методика приведения стоимостных показателей сельскохозяйственных организаций к сопоставимому по времени виду опирается на технику расчетов, применяемых в банковском деле, а также на объективную и актуальную информацию о стоимости денег, что позволяет ей получить широкое применение в практике анализа производственно-коммерческой деятельности сельскохозяйственных организаций и развития аграрной экономики.

Библиография

1. Ключевая ставка, установленная Банком России. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12453/
2. Павлов О.В., Татарникова М.С. Математические методы финансового анализа: учеб. пособие. – Самара : Изд-во Самарского ун-та, 2016. – 80 с.
3. Пахомов А.А., Соломонов М.П. Анализ влияния факторов производства на экономический рост регионов // Власть и управление на Востоке России. 2020. № 3(92). С. 107–119. DOI: 10.22394/1818-4049-2020-92-3-107-119.
4. Перькова Е.Ю. Особенности проведения социальной политики в федеральных округах Российской Федерации // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 6. С. 175–180. EDN: PLIUF5.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1081.
6. Состояние и перспективы социально-экономического развития региона: коллективная монография / С. А. Беляев, О. В. Власова, М. Н. Наджафова, Е. В. Репринцева, Н. М. Сергеева. – Курск : Деловая полиграфия, 2021. 170 с. EDN: VCCRD1.
7. Цыпин А.П. Сопоставимость показателей, явлений и процессов во времени: постановка проблемы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 13(119). С. 243–248. EDN: NEQECР.
8. Экономическая оценка государственной поддержки товаропроизводителей АПК / В. Л. Аничин, А. И. Добрунова, Н. Ю. Яковенко и др.; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. 241 с. EDN: AXPTLD.

References

1. The key rate set by the Bank of Russia. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12453/
2. Pavlov O.V., Tatarnikova M.S. Mathematical methods of financial analysis: textbook. stipend. Samara : Publishing House of Samara University, 2016. 80 p.
3. Pakhomov A.A., Solomonov M.P. Analysis of the influence of production factors on the economic growth of regions // Power and management in the East of Russia. 2020. № 3(92). Pp. 107–119. DOI: 10.22394/1818-4049-2020-92-3-107-119.
4. Perkova E.Yu. Features of social policy in the federal districts of the Russian Federation // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2021. № 6. Pp. 175–180. EDN: PLIUF5.
5. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2024: Statistical collection / Rosstat. Moscow, 2024. 1081.
6. The state and prospects of socio-economic development of the region: a collective monograph / S. A. Belyaev, O. V. Vlasova, M. N. Najafova, E. V. Reprintseva, N. M. Sergeeva. Kursk : Business Polygraphy, 2021. 170 p. EDN: VCCRD1.
7. Tsylin A.P. Comparability of indicators, phenomena and processes in time: problem statement // Bulletin of Orenburg State University. 2010. № 13(119). Pp. 243–248. EDN: NEQECР.

8. Economic assessment of state support for agricultural producers / V. L. Anichin, A. I. Dobrunova, N. Yu. Yakovenko et al.; Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Belgorod State Agricultural University. Belgorod: Belgorod State Agricultural University, 2023. 241 p. EDN: AXPTLD.

Сведения об авторах

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+79038860493, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru.

Добрунова Алина Ивановна, доктор экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: dobrunova_ai@bsaa.edu.ru.

Епифанцев Никита Павлович, соискатель, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: epifancev_nikita@mail.ru.

Information about authors

Anichin Vladislav Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79038860493, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru.

Dobrunova Alina Ivanovna, Doctor of Economics, 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, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: dobrunova_ai@bsaa.edu.ru.

Epifantsev Nikita Pavlovich, applicant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: epifancev_nikita@mail.ru.

УДК 631.162:657

О.В. Гончаренко, Т.И. Наседкина, А.И. Черных

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ

Аннотация. Совершенствование системы устойчивого развития предприятия представляет собой важный аспект стратегического управления в условиях динамично меняющегося внешнего окружения. Первым шагом к достижению этой цели является анализ текущих бизнес-процессов и выявление ключевых факторов, способствующих устойчивому росту. Необходимость интеграции экологических, социальных и экономических компонентов в структуру управления позволяет создать сбалансированную систему, способную адаптироваться к вызовам времени. Важным элементом данного процесса является вовлечение всех заинтересованных сторон – сотрудников, клиентов и партнеров – в разработку инициатив, направленных на повышение устойчивости. Организация обучения и развития кадров способствует формированию культуры устойчивого развития, что, в свою очередь, усиливает конкурентоспособность предприятия.

Постоянный мониторинг и оценка результатов внедренных практик позволяют своевременно корректировать стратегии и тактики, что в конечном итоге ведет к устойчивому успеху и росту. Таким образом, совершенствование системы устойчивого развития становится основой для достижения долгосрочных целей предприятия и его социальной ответственности. Кроме того, важным аспектом является использование современных технологий для повышения устойчивости бизнес-процессов. Внедрение цифровых решений, таких как аналитика больших данных и искусственный интеллект, позволяет более эффективно управлять ресурсами и предсказывать возможные риски. Это, в свою очередь, способствует принятию обоснованных управленческих решений, направленных на долгосрочное развитие.

Мы считаем, что актуальность данной темы основана на том, что менеджер должен знать технологию проведения такого анализа, разрабатывать и предлагать руководству пути решения по улучшению платежеспособности и повышению экономической устойчивости организации в целом.

В статье представлен анализ основных производственно-экономических показателей функционирования хозяйствующего субъекта, результаты его деятельности, механизм и особенности системы управления, а также дана оценка основных бизнес-процессов, что позволит определить масштабы деятельности предприятия и успешно функционировать на конкурентоспособном рынке.

Ключевые слова: сельское хозяйство, производство, управление, экономическая устойчивость, эффективность.

IMPROVING THE MANAGEMENT SYSTEM FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF BUSINESS ENTITIES

Abstract. Improving the company's sustainable development system is an important aspect of strategic management in a dynamically changing external environment. The first step towards achieving this goal is to analyze current business processes and identify key factors contributing to sustainable growth. The need to integrate environmental, social and economic components into the management structure makes it possible to create a balanced system capable of adapting to the challenges of the time. An important element of this process is the involvement of all stakeholders – employees, customers and partners – in the development of initiatives aimed at increasing sustainability. The organization of training and staff development contributes to the formation of a culture of sustainable development, which, in turn, enhances the competitiveness of the enterprise.

Continuous monitoring and evaluation of the results of implemented practices allow timely adjustments of strategies and tactics, which ultimately leads to sustainable success and growth. Thus, the improvement of the sustainable development system becomes the basis for achieving the long-term goals of the enterprise and its social responsibility. In addition, an important aspect is the use of modern technologies to increase the sustainability of business processes. The introduction of digital solutions, such as big data analytics and artificial intelligence, makes it possible to manage resources more efficiently and predict possible risks. This, in turn, contributes to the adoption of sound management decisions aimed at long-term development.

We believe that the relevance of this topic is based on the fact that a manager should know the technology for conducting such an analysis, develop and propose solutions to management to improve the solvency and increase the economic sustainability of the organization as a whole.

The article presents an analysis of the main production and economic indicators of the functioning of an economic entity, the results of its activities, the mechanism and features of the management system, as well as an assessment of the main business processes, which will determine the scale of the enterprise and its successful functioning in a competitive market.

Keywords: agriculture, production, management, economic sustainability, efficiency.

Под экономической устойчивостью хозяйствующих субъектов понимается способность экономической системы сохранять стабильность и адаптироваться к внутренним и внешним стрессам. Сущность данного понятия заключается в гармоничном взаимодействии различных экономических факторов, таких как производство, распределение и потребление ресурсов. Экономическая устойчивость включает в себя не только количественные показатели, но и качественные аспекты, как, например, социальное благополучие и экологическая безопасность.

Важными аспектами экономической устойчивости являются диверсификация производственных процессов, инновации в технологиях и создание условий для поддержания конкурентоспособности. Комплексный подход к изучению этих элементов позволяет более глубоко понять механизмы, способствующие сохранению экономической устойчивости. Необходимо также отметить, что прозрачность в корпоративной политике и отчетности по устойчивому развитию может значительно улучшить репутацию предприятия. Клиенты и партнеры все больше ориентируются на компании, демонстрирующие серьезный подход к вопросам экологии и социальной ответственности. Открытость в коммуникации создает доверие и формирует положительный имидж, который становится конкурентным преимуществом в условиях насыщенных рынков, а стратегическое партнерство с другими организациями и обществом в целом позволяет обмениваться опытом и лучшими практиками, что также способствует совершенствованию системы устойчивого развития.

Главная цель диагностики устойчивого развития предприятия заключается в комплексной оценке его текущего состояния и определении перспектив дальнейшего роста с учетом социальных, экономических и экологических факторов.

Такой подход позволяет выявить сильные и слабые стороны бизнеса, а также оценить его способность адаптироваться к изменениям внешней среды.

Систематический анализ направлений устойчивого развития помогает не только повысить конкурентоспособность предприятия, но и гарантировать его долгосрочную жизнеспособность. В ходе диагностики рассматриваются ключевые показатели, такие как эффективность использования ресурсов, уровень инновационной активности и степень вовлеченности сотрудников.

Кроме того, анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на устойчивое развитие, позволяет разработать стратегию, ориентированную на сбалансированное удовлетворение экономических, социальных и экологических потребностей. Таким образом, диагностика является важным инструментом, позволяющим предприятиям не только выжить в условиях непрерывных изменений, но и достигнуть устойчивого успеха в своей деятельности.

Оценка экономической устойчивости имеет серьезное значение для каждой стороны, участвующей в производственно-хозяйственной и финансовой деятельности:

- для государства – это своевременная реализация в полной объеме налогового сбора и других необходимых платежей;
- для работников и служащих в организации – это получение вовремя заработной платы, увеличение количества рабочих мест, возможное увеличение зарплаты;
- для поставщиков и подрядчиков – своевременное и полное покрытие обязательств;
- для банков – своевременное покрытие обязательств по кредиту в полном объеме;
- для собственников – гарант стабильного и перспективного осуществления своей деятельности, в свою очередь, это доходность предприятия, получение прибыли для выдачи дивидендов;
- для инвесторов – наименьшая угроза потери вложенных ресурсов; получение наиболее выгодных результатов от инвестирования.

Для формулировки собственного представления экономической устойчивости нужно рассмотреть анализ образующих этого понятия.

Объектом исследования послужило общество с ограниченной ответственностью «Русагро-Инвест» – одна из крупнейших аграрных компаний Российской Федерации. Предприятие специализируется на выращивании зерновых культур и сахарной свеклы.

Комплексный анализ деятельности ООО «Русагро-Инвест» представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные экономические показатели деятельности предприятия

Показатели	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. от 2021 г.	
				(+;-)	%
Стоимость валовой продукции (по себестоимости), тыс. руб.	8933781	11777823	12634220	3700439	141,4
Среднегодовая стоимость основных средств, тыс. руб.	12876891	15883028	17643848	4766957	137,0
Выручка, тыс. руб.	22892527	13433332	28139330	5246803	122,9
Себестоимость продаж, тыс. руб.	8414393	6929400	16162313	7747920	192,1
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	309975	304479	311815,18	1840,18	100,6
Прибыль от продаж, тыс. руб.	12796029	4597683	8510512	-4285517	66,5
Чистая прибыль, тыс. руб.	12782432	4734928	6863544	-5918888	54,0
Среднегодовая численность работников, чел.	2015	1987	1970	-45	97,8
Производительность труда, тыс. руб.	4433,64	5927,44	6413,31	1979,67	144,7
Получено на 100 га с.-х. угодий: - валовой продукции, тыс. руб.	2882,1	3868,19	4051,83	1169,73	140,6
- выручки, тыс. руб.	7385,28	4411,91	9024,36	1639,08	122,2
- чистой прибыли, тыс. руб.	4123,7	1555,09	2201,16	-1922,54	53,4
Фондоотдача, руб.	0,69	0,74	0,72	0,03	104,3
Фондоемкость, руб.	1,44	1,35	1,4	-0,04	97,2
Уровень рентабельности продаж, %	55,9	34,2	30,3	-25,6	-
Уровень рентабельности производства, %	151,9	68,3	42,5	-109,4	-

Данные, представленные в таблице 1, позволяют сделать вывод, что объем производства продукции в денежной оценке в 2023 г. составляет 12 млрд. 634 млн. руб., что на 41,4 % больше, чем в 2021 г. В 2023 г. от продажи продукции было получено 28 млрд. 139 млн. руб. выручки, которая увеличилась на 22,9 %, а себестоимость возросла почти в 2 раза или на 7747920 тыс. руб.

За счет высокой себестоимости прибыль от продаж в ООО «Русагро-Инвест» сократилась в 2023 г. на 4 млрд. 285 млн. руб. и составила 8 млрд. 510 млн. руб., что также повлекло за собой и снижение чистой прибыли, которая сократилась на 59,0 % и составляет 6863544 тыс. руб.

Уровень рентабельности продаж на предприятии имеет тенденцию к снижению на 25,6 %, уровень рентабельности производства в 2023 г. составил 42,5 %, что на 109,4 % ниже, чем в 2021 г. Несмотря на снижение, показатели имеют высокое значение, что подчеркивает эффективную работу агрохолдинга.

Уровень экономической эффективности основных видов продукции на предприятии, отраженный в таблице 2, позволяет судить о затратах на достижение результата в ООО «Русагро-Инвест».

Таблица 2 – Эффективность производства основных видов продукции растениеводства

Показатели	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. от 2021 г. (+, -)
Зерновые культуры				
Валовой сбор, ц	1747810	1993303	1425873	-321937
Посевная площадь, га	33276	34677	26528	-6748
Урожайность, ц/га	52,52	57,48	53,75	1,23
Выручка, тыс. руб.	1516708	2048363	1877167	360459
Себестоимость продаж, тыс. руб.	733624	687569	698700	-34924
Реализовано, ц	1716825	1664605	1321084	-395741
Уровень товарности, %	98,23	83,51	92,65	-5,58
Себестоимость продаж единицы продукции, руб.	427,31	413,05	528,88	101,57
Цена реализации 1 ц, руб.	883,44	1230,54	1420,93	537,49
Прибыль на 1 ц, руб.	456,12	817,49	892,05	435,92
Уровень рентабельности, %	106,74	197,91	168,67	61,92
Сахарная свекла				
Валовой сбор, ц	21090057	22844943	25865994	4775937
Посевная площадь, га	39868	42619	45593,16	5725,16
Урожайность, ц/га	529	537	567,32	38,32
Выручка, тыс. руб.	5960264	6602387	13137768	7177504
Себестоимость продаж, тыс. руб.	3974948	4142273	6208694	2233746
Реализовано, ц	17658334	17190979	30161894	12503560
Уровень товарности, %	83,7	75,3	116,6	32,9
Себестоимость продаж единицы продукции, руб.	171,26	240,96	205,85	34,6
Цена реализации 1 ц, руб.	288,98	384,06	435,58	146,6
Прибыль на 1 ц, руб.	117,72	143,1	229,73	112,01
Уровень рентабельности, %	59,3	95,8	111,6	52,3
Соя				
Валовой сбор, ц	756355	805789	646253	-110102
Посевная площадь, га	31835	32013	34531	2696
Урожайность, ц/га	23,76	25,17	18,72	-5,04
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	590679	589056	744960	154281
Коммерческая себестоимость, тыс. руб.	423950	327117	301367	-122583
Реализовано семян, ц	293609	212113	193693	-99916
Уровень товарности, %	38,82	26,32	29,97	-8,85
Себестоимость продаж единицы продукции, руб.	1443,93	1542,18	1555,90	111,97
Цена реализации 1 ц, руб.	2011,79	2777,09	3846,09	1834,30
Прибыль на 1 ц, руб.	567,86	1234,90	2290,19	1722,33
Уровень рентабельности, %	39,33	80,08	147,19	107,87

Согласно таблице 2, сахарная свекла в ООО «Русагро-Инвест» однозначно пользуется потребительским спросом. Это подтверждают указанные показатели эффективности. Глядя на показатель рентабельности производства, который из года в год увеличивается, можно с уверенностью сказать, что продукция является рентабельной.

За последние 3 года производство зерновых культур сократилось на 321 тыс. ц, сократилась и реализация продукции, в результате выручка от реализации продукции в 2023 г. составила 1 млрд. 877 млн. руб. Ввиду роста цены реализации прибыль от продаж 1 ц продукции возросла и составила 892 руб., а показатель рентабельности производства достиг значения 168 %. Отмечается также снижение валового сбора сои за счет снижения урожайности и, как следствие, объемов про-

даж. Уровень рентабельности производства сои также имеет тенденцию к росту и в текущем периоде составляет почти 148 %.

Для более детального анализа результатов деятельности предприятия в таблице 3 рассмотрим объемы реализации готовой продукции.

Таблица 3 – Анализ продажи основных видов готовой продукции, ц.

Вид продукции	Продано, ц					
	2021 г.	2022 г.	2023 г.		Отклонение 2023 г. (+;-) от	
			план	факт	плана	2021 г.
Зерновые культуры	6589334	4319545	6000000	5368982	-631018	-1220352
Сахарная свекла	17658334	17190979	30000000	30161894	161894	12503560
Соя	2933383	1213209	2000000	1279646	-720354	-1653737
Подсолнечник	14356	13121	450000	455373	5373	441017

Считаем, что нельзя снижение реализации отдельных видов продукции рассматривать как негативный фактор. Как показала практика прошлых лет, это говорит о том, что продукция текущего года будет реализована в следующем году по более высокой цене. Значительное снижение продаж в текущем году по сравнению с 2021 г. отмечается по сое.

Наглядно ситуация по объемам продаж продукции отрасли растениеводства на протяжении 3х лет прослеживается на рисунке 1.

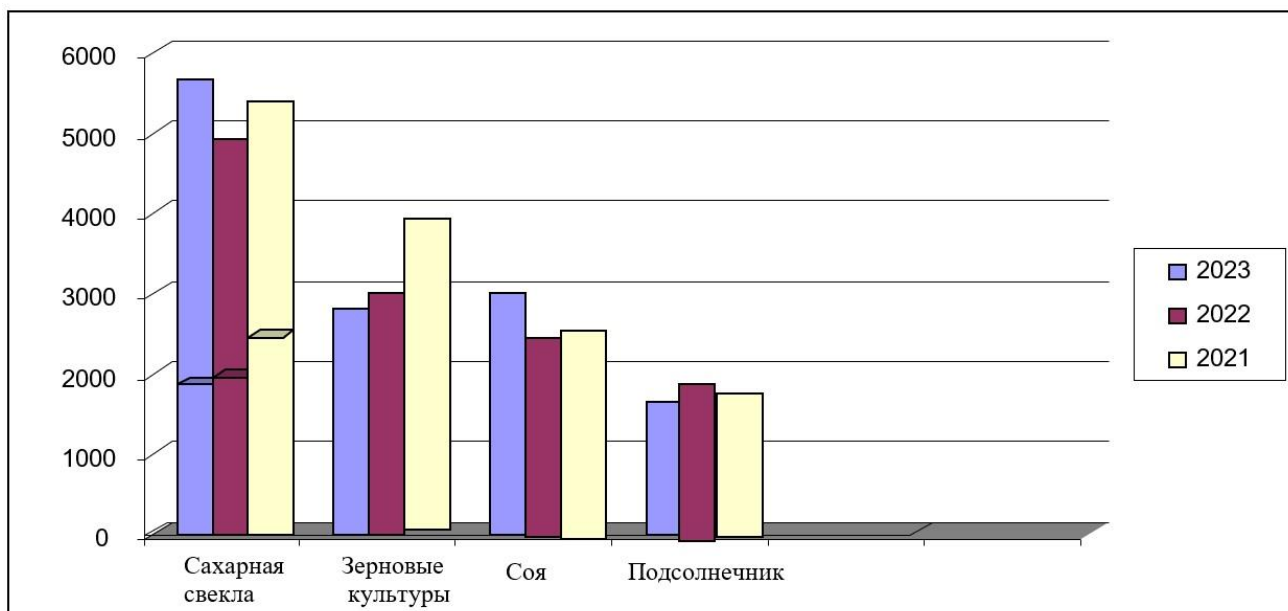


Рис. 1 – Динамика продаж продукции на предприятии

При анализе бизнес-процессов на предприятии большое внимание должно быть уделено эффективности продаж. Алгоритм планирования выручки представлен на рисунке 2.

Большое влияние на реализацию продукции оказывают конкуренты, поэтому может в любой момент возникнуть непредвиденная ситуация в части реализации продукции, например, появление на рынке новых продавцов аналогичной продукции по более выгодной цене. Анализ выручки от продажи основных видов продукции в агрохолдинге представим в таблице 4.

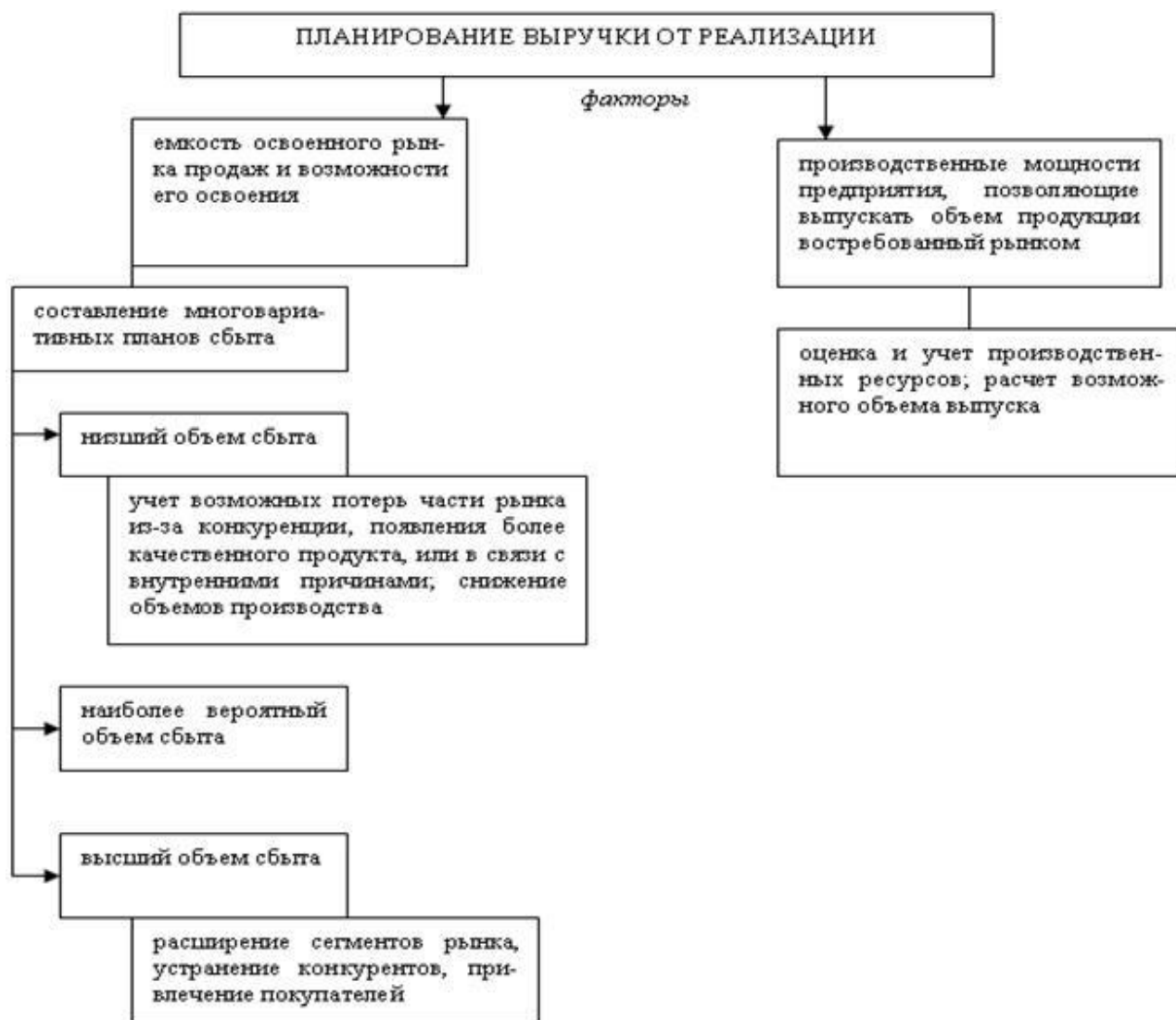


Рис. 2 – Алгоритм планирования выручки

Анализ денежной выручки от продажи зерновых культур в отчетном году показал, что организация в 2023 г. получила 7 млрд. 413 млн. руб. выручки. Выручка от продажи зерна возросла в текущем году на 413 млн. руб., ввиду роста цены реализации ее сумма увеличилась на 1 млрд. 148 млн. руб. Снижение объема продаж на 631018 ц привело к уменьшению выручки на 734 млн. руб.

По реализации корнеплодов сахарной свеклы отмечается положительная динамика роста выручки на 231 млн. руб. за счет увеличения объема продаж сахарной свеклы по сравнению с плановой. Выручка от продажи сои в текущем периоде составила 5 млрд. 628 млн. руб., снизив уровень плана на 372 млн. руб., её снижение также обусловлено и снижением объема продаж. В 2021 г. планировалось продать 450000 ц подсолнечника по цене 4445,0 руб. за 1 ц. Фактически было реализовано 455373 ц по цене 3752,48 руб., в итоге сумма выручки снизилась на 291 млн. руб. и составила 1 млрд. 709 млн. руб. Что связано было со снижением цены реализации данного вида продукции.

Таким образом, подводя итог, можно заключить, что при оценке основных бизнес-процессов на предприятии, большое значение следует уделять масштабам своего производства и реализации с учетом текущей ситуации на рынке, а также результатам хозяйствования.

Таблица 4 – Анализ выручки от продажи основных видов продукции в ООО «Русагро-Инвест», тыс. руб.

Вид продукции		Объём продажи, ц		Средняя цена, руб.		Выручка от продажи, тыс. руб.			Отклонение (+;-), тыс. руб.		
		план	факт	план	факт	план	факт	усл.	Всего	в т.ч. за счёт:	
										объёма	цены
2021 г.	Зерновые культуры	6500000	6589334	950,0	938,98	6175000	6187253	6259867	12253	84867	-72614
	Сахарная свекла	18000000	17658334	420,0	427,27	6225000	5960264	2932854	-263970	-287146	23176
	Соя	3000000	2933383	1900,0	1914,36	2700000	2682168	2640045	-17832	-59955	42123
	Подсолнечник	10000	14356	3000,0	2911,36	1500000	1503083	14356	3083,48	4356	-1272,52
2022 г.	Зерновые культуры	4000000	4319545	1200,0	1246,73	4800000	5385306	5183454	585306	383454	201852
	Сахарная свекла	17000000	17190979	450,0	434,54	6488000	6602387	3279949	114382	154949	-40567
	Соя	1200000	1213209	2200,0	3257,42	1440000	1525513	1455851	85513	15851	69662
	Подсолнечник	10000	13121	3300,0	3282,56	1690000	1689928	1706957,3	-71,53	157,3	-228,83
2023 г.	Зерновые культуры	6000000	5368982	1167,0	1380,76	7000000	7413298	6265602	413298	-734398	1147696
	Сахарная свекла	30000000	30161894	470,0	445,02	12900000	13137768	11646051	230763	664651	-433888
	Соя	2000000	1279646	3000,0	4397,99	6000000	5627869	3838938	-372131	-2161062	1788931
	Подсолнечник	450000	455373	4445,0	3752,48	2000000	1708779	2024133	-291221	24133	-315354

Оценка основных бизнес-процессов на предприятии наиболее важна для осуществления конкурентных преимуществ компании и получения максимальной выгоды в виде материальной прибыли, а также, что немаловажно, для авторитета компании. Кроме того, важными элементами экономической устойчивости предприятий являются обеспечение ликвидности, минимизация долговой нагрузки, устойчивость к изменениям внешней среды и способность к быстрой реакции на изменения в экономической конъюнктуре.

Для анализа и оценки уровня и динамики прибыли в ООО «Русагро-Инвест» представим данные таблицы 5.

Таблица 5 – Анализ уровня и динамики показателей прибыли в ООО «Русагро-Инвест», тыс. руб.

Наименование показателя	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. от 2021 г. (+;-)	Уровень в % к выручке в базисном периоде	Уровень в % к выручке в отчетном периоде	Отклонение уровней (+;-)
Выручка от продаж	22892527	13433332	28139330	5246803	100	100	-
Себестоимость продаж	8414393	6929400	16162313	7747920	36,8	57,4	20,6
Валовая прибыль	14478134	6929400	11977017	-2501117	63,2	42,6	-20,6
Коммерческие расходы	722833	712138	2315294	1592461	3,2	8,2	5
Управленческие расходы	959272	1194111	1151211	191939	4,2	4,1	-0,1
Прибыль от продаж	12796029	4597683	8510512	-4285517	55,9	30,1	-25,8
Проценты к получению	129028	541691	201573	72545	0,6	0,7	0,1
Проценты к уплате	73814	340832	263549	189735	0,3	0,9	0,6
Прочие доходы	894599	1247090	1354262	459663	3,9	4,8	0,9
Прочие расходы	876499	1107624	2523022	1646523	3,8	9,0	5,2
Прибыль до налогообложения	12869343	4938008	7279776	-5589567	56,2	25,9	-30,3
Налог на прибыль	84693	184791	87172	2479	0,4	0,3	-0,1
Совокупный финансовый результат периода	12782432	4734928	6863544	-5918888	55,8	24,4	-31,4

Анализируя состав и структуру результатов хозяйствования ООО «Русагро-Инвест», можно сделать вывод, что в 2023 г. прибыль от продаж составила более 8 млрд. 500 млн. руб., она снизилась по сравнению с 2021 г. более, чем на 4 млрд. руб., и это обусловлено ростом себестоимости и коммерческих расходов. Значительно увеличились прочие расходы организации. Прибыль до налогообложения в 2023 г. составила 7 млрд. 279 млн. руб., по сравнению с 2021 г. отмечается ее снижение почти на 6 млрд. руб. В итоге чистая прибыль предприятия в отчетном году снизилась и составила 6 млрд. 863 млн. руб.

В целях оценки эффективности деятельности предприятия были рассчитаны разнородные показатели доходности, различаемые целями применения – таблица 6.

Оценивая коммерческую деятельность предприятия, можно сделать вывод о том, что в 2023 г. предприятие исходя из своих затрат получило 52и7 % прибыли от продаж, что на 99 % меньше, чем в 2021 г., о чем свидетельствует показатель рентабельности продукции. Соответственно, снизилась и рентабельность продаж почти на 26 % и составила в отчетном году 30и2 %.

Таблица 6 – Оценка доходности деятельности ООО «Русагро-Инвест»

Показатели	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. от 2021 г., (+;-)
Выручка, тыс. руб.	22892527	13433332	28139330	5246803
Себестоимость продаж, тыс. руб.	8414393	6929400	16162313	7747920
Прибыль от продаж, тыс. руб.	12796029	4597683	8510512	-4285517
Чистая прибыль, тыс. руб.	12782432	4734928	6863544	-5918888
Средняя стоимость активов, тыс. руб.	19785409	21836170	27801034	8015625
Средняя стоимость собственного капитала, тыс. руб.	15310278	17819951	18979017	3668739
Средняя стоимость заемного капитала, тыс. руб.	4475131	4016219	8822017	4346886
Средняя стоимость оборотных активов, тыс. руб.	13038695	17071239	19876789	6838094
Средняя стоимость внеоборотных активов, тыс. руб.	6746714	4764931	7924245	1177531

Продолжение таблицы 6

Уровень рентабельности продукции, %	152,1	66,4	52,7	-99,4
Уровень рентабельности продаж, %	55,9	34,2	30,2	-25,7
Уровень рентабельности активов, %	64,6	21,7	24,7	-39,9
Уровень рентабельности собственного капитала, %	83,5	26,6	36,2	-47,3
Уровень рентабельности заемного капитала, %	285,6	117,9	77,8	-207,8
Уровень рентабельности оборотных активов, %	98,0	27,7	34,5	-63,5
Уровень рентабельности внеоборотных активов, %	189,5	99,4	86,6	-102,9

Наряду с показателями доходности, оценив платежеспособность предприятия, что представлено в таблице 7, отмечаем, в 2023 г. деятельность ООО «Русагро-Инвеста» на 89 % финансируется за счет собственных источников финансирования и 11 % – за счет заемных, на что указывает значение коэффициентов автономии и финансовой зависимости. Соответственно оценивая отношение заемного капитала к собственному, финансовый риск на предприятии в 2023 г. составил 0,31 процентных пунктов, то есть риск есть, но минимальный.

Как показывают показатели платежеспособности предприятия, коэффициент абсолютной ликвидности составляет 0,34, это свидетельствует о том, что предприятие за счет денежной наличности может погасить лишь 34,0 % своих текущих обязательств. Однако, за счет всех оборотных активов, а в частности запасов, холдинг может полностью погасить краткосрочную задолженность, о чем свидетельствует коэффициент текущей ликвидности.

Проблема устойчивости и эффективности занимает ведущее место среди совокупности проблем, стоящих перед обществом. Она волнует экономическую науку и хозяйственную практику на протяжении многих столетий. Особенно актуальна она становится на современном этапе развития экономики в связи с повышением дефицита сырьевых ресурсов, ужесточением конкуренции, глобализации бизнеса, усиления предпринимательских рисков.

В рыночной экономике выживают и успешно функционируют только те предприятия, которые соизмеряют свои доходы с затратами и величиной вложенного капитала, которые производят конкурентоспособную продукцию и не производят больше продукции, чем можно продать.

Таблица 7 – Оценка платежеспособности и финансовой устойчивости предприятия

Показатели	Граничные значения	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. от 2021 г., (+;-)
Показатели платежеспособности					
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,2-0,5	0,22	0,28	0,34	0,08
Коэффициент быстрой ликвидности	0,5-1	0,74	0,68	0,77	0,03
Коэффициент текущей ликвидности	1-2	1,08	1,15	1,12	0,04
Показатели финансовой устойчивости					
Коэффициент автономии	$\geq 0,5$	0,87	0,9	0,89	0,02
Коэффициент финансовой зависимости	$\leq 0,5$	0,13	0,1	0,11	-0,02
Коэффициент текущей задолженности	-	0,53	0,31	0,2	-0,33
Коэффициент финансовой устойчивости	$\geq 0,7$	0,9	0,92	0,94	0,04
Коэффициент покрытия долгов собственным капиталом	≥ 1	1,52	1,6	1,56	0,04
Коэффициент финансового риска	$\leq 0,7$	0,41	0,42	0,31	-0,1

В рыночных условиях проблема повышения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов встает на передний план.

Для того, чтобы решить эту проблему необходимо уделять внимание следующим вопросам:

🔧 *Технологическая составляющая повышения конкурентоспособности.* Чтобы наращивать объемы производства продукции на предприятии необходимо постоянно расширять парк технического и технологического оборудования.

📢 *Маркетинговая составляющая повышения конкурентоспособности.* К сожалению, не все предприятия используют этот путь, но многие зарубежные производители прибегают именно к этому пути в части повышения конкурентоспособности. Он заключается в том, что позволяет определить неучтенные потребности покупателей на рынке и разработке программ продвижения товара на рынке.

По нашему мнению, ООО «Русагро-Инвест» должно идти одновременно по двум путям в части повышения конкурентоспособности производимой продукции, уделяя значительное внимание исследованию рынка и обновлению технического и технологического оборудования.

В таблице 8 мы провели диагностику предприятия по 4 направлениям деятельности и оценили показатели упадка и развития.

Таблица 8 – Показатели упадка и развития ООО «Русагро-Инвест» по основным направления деятельности

Состояние упадка, S-	Состояние развития, S+
Финансовая деятельность (D1)	
S-1 – сотрудники не принимают участие в управлении	S+1 – рост прибыли, повышение квалификации и переобучение специалистов
S-2 – полученные убытки	S+2 – оптимизация, планирование и контроль производства
S-3 – сокращение числа заказов, риск невостребованной продукции	S+3 – расширение рынков сбыта с целью увеличения количества заказов
S-4 – финансовый кризис, не рациональное использование финансовых ресурсов в процессе производства	S+4 – увеличение доли собственного капитала, достижение критериев монополизации произведенной продукции
Производственная деятельность (D2)	
S-1 – сокращение прибыли	S+1 – мат.стимулирование и формирование творческого потенциала сотрудников
S-2 – устаревшие технологии и материально-техническое оснащение производства	S+2 – инновации и цифровизации производственного процесса
S-3 – ощутимые убытки за счет устаревших производственных программ	S+3 – внедрение эффективных производственных программ
S-4 – будущие убытки за счет неэффективного использования производственных ресурсов.	S+4 – повышение качества продукции при эффективном распределении ресурсов .и за счет этого повышения заказов на произведенную продукцию
Маркетинговая деятельность (D3)	
S-1 – постоянно меняющийся спрос на продукцию и недостаточное изучение рынка	S+1 – быстрое приспособление к меняющимся условиям рыночной среды
S-2 – незаинтересованность персонала в своей работе	S+2 – отбор квалифицированных сотрудников, переобучение
S-3 – завышенные цены на продвижение товара на рынке, в частности, реклама	S+3 – использование системы скидок для постоянных покупателей, разработка маркетинговых исследований
S-4 – отсутствие новых производственных программ	S+4 – приспособленность к нововведениям
Система принятия решений (D4)	
S-1 – равнодушие руководства к делам предприятия, работа руководства с целью наживы	S+1 – реорганизация предприятия и перепрофилирование производства
S-2 – неумелое управление предприятием	S+2 – новый стиль управления
S-3 – падение требований руководства к сотрудникам	S+3 – увеличение масштабов производства продукции
S-4 – банкротство предприятия	S+4 – получение максимальной прибыли
Текущее управление, общая характеристика деятельности организации (D4)	
S-1 – утверждение плановых показателей и четкая установка целей и задач предприятия	S+1 – выявление причин сокращения доходов предприятия
S-2 – формирование эффективной команды управления, рациональному правление в части производства, сбыта, мотивации	S+2 – использование услуг консультантов в части планирования, организации и контроля деятельности предприятия
S-3 – определение стратегии увеличения прибыли, разработка производственных программ	S+3 – сокращение текучести персонала, распределение и использование прибыли
S-4 – перестройка системы работы предприятия	S+4 – стратегическое планирование, вложение финансовых средств в разработки и нововведения

Анализируя финансовую деятельность предприятия, было установлено, что состоянию упадка способствует то, что сокращаются заказы на продукцию, увеличивается риск невостребованной продукции, а также не рационально используются ресурсы в процессе производства. Поэтому развитию предприятия будут способствовать участие персонала в процессе производства, четкое планирование, организация и контроль за процессом производства.

Финансовая деятельность предприятия находится в состоянии периодического планирования и оптимизации производства.

Производственная деятельность предприятия находится в состоянии упадка, что отмечается сокращением прибыли за счет устаревших технологий и не эффективного использования ресурсов. Росту предприятия, в данном случае, будет способствовать внедрение эффективных производственных программ, цифровизации производства.

В системе принятия решений ООО «Русагро-Инвест» находится в состоянии развития, где отмечается увеличение масштабов производства продукции за счет перепрофилирования производства и нового стиля управления производством.

Что касается текущего управления, то оно находится в состоянии развития, т.е. на предприятии детально подходят к изучению причин сокращения доходов.

Изучив состояние упадка и развития предприятия по видам деятельности, изобразим диагностический профиль ООО «Русагро-Инвест» на рисунке 3.

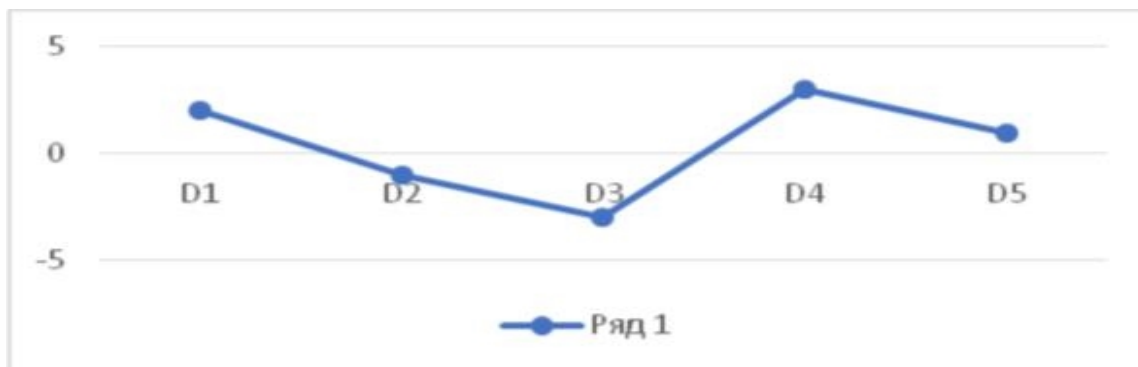


Рис. 3 – Диагностический профиль ООО «Русагро-Инвест»

В части повышения экономической устойчивости предприятия предлагаем проводить диагностику состояния основных подсистем предприятия – финансовой деятельности, производственной и маркетинговой деятельности предприятия, а также текущего управления и системы принятия решений (таблица 9). В соответствии с этим предлагаемая шкала оценивания основных подсистем предприятия должна выглядеть следующим образом:

- 1 балл – не эффективное использование ресурсов в работе;
- 2 балла – не достаточная эффективность использования ресурсов в работе;
- 3 балла – нормальное состояние;
- 4 балла – идеальное состояние.

На рисунке 4 обозначим полученные значения показателей, представленных в таблице 9.

- От 0,7 до 1,8 – это кризисное состояние подсистемы;
- От 1,9 до 2,5 – это неустойчивое состояние подсистемы;
- От 2,6 до 3,5 – это состояние нормы;
- От 3,6 до 4 – это идеальное состояние.

Согласно данным таблицы 9, на низком уровне в ООО «Русагро-Инвест» находится экономическая подсистема «Управление персоналом» и «Маркетинговая деятельность».

В части управления персоналом в ООО «Русагро-Инвест» отсутствует повышение квалификации сотрудников, их переобучение, нет четкой системы мотивации к труду и заработная плата отдельных категорий работников ниже, чем у конкурентов.

По маркетинговой деятельности не изучается потребительский рынок, не развивается производство новой продукции, кроме того, не четко проработана ценовая политика предприятия.

Таблица 9 – Предлагаемая система оценки состояния подсистем предприятия

Критерии	Весы (W _j)	Оценка (O)	Оценка с учетом весового коэффициента
Общее управление			
Организационный климат и культура	0,079	5	0,339
Организационные системы коммуникаций	0,072	4	0,232
Организация системы контроля	0,22	3	0,43
Система стратегического планирования	0,237	3	0,451
Распределение обязанностей и полномочий	0,038	4	0,134
Престиж и имидж предприятия	0,154	2	0,162
Организация снижения управленческих издержек	0,038	5	0,25
Квалификация, способности высшего руководства	0,047	4	0,187
Организационная структура	0,08	5	0,31
Организационный климат и культура	0,04	4	0,17
Сумма	1	---	2,654
Управление персоналом			
Квалификация сотрудников	0,058	3	0,129
Кадровая политика	0,148	3	0,318
Использование мотивации	0,17	3	0,29
Текущность	0,036	4	0,132
Прогулы	0,05	3	0,07
Опыт работы	0,04	2	0,13
Зарботная плата в сравнении с конкурентами	0,249	2	0,247
Контроль над работой	0,048	3	0,125
Четкое знание обязанностей	0,07	2	0,07
Информированность сотрудников	0,06	2	0,08
Сумма	1	---	1,752

Управление финансами			
Отношение к налогам	0,052	5	0,218
Возможность привлечения долгосрочного капитала	0,058	4	0,197
Система учета издержек	0,06	4	0,32
Система планирования прибыли	0,151	4	0,435
Тенденции финансовых показателей	0,132	3	0,268
Стоимость собственного капитала	0,039	2	0,042
Гибкость структуры капитала	0,98	3	0,224
Наличие финансовой стратегии	0,026	5	0,197
Сумма	1	---	2,532
Маркетинг			
Развитие новых продуктов, услуг, рынков	0,26	3	0,48
Изучение потребителей и конкурентов	0,218	2	0,226
Продвижение товаров на рынок, их реклама	0,14	2	0,15
Ценовая политика	0,16	2	0,07
Гарантии обслуживания	0,08	3	0,16
Номенклатура товаров и изучение рынков	0,059	4	0,179
Каналы распределения и имидж	0,049	3	0,098
Сумма	1	---	1,627
Управление производством			
Стоимость сырья	0,061	4	0,186
Отношения с поставщиками	0,054	5	0,364
Система контроля запасов	0,08	4	0,32
Местонахождение	0,044	5	0,171
Использование площадей	0,122	3	0,241
Экономия на масштабе	0,079	4	0,255
Система закупок	0,049	4	0,178
Контроль над качеством продукции	0,225	4	0,752
Планирование, проектирование	0,32	3	0,48
Сумма	1	---	2,745

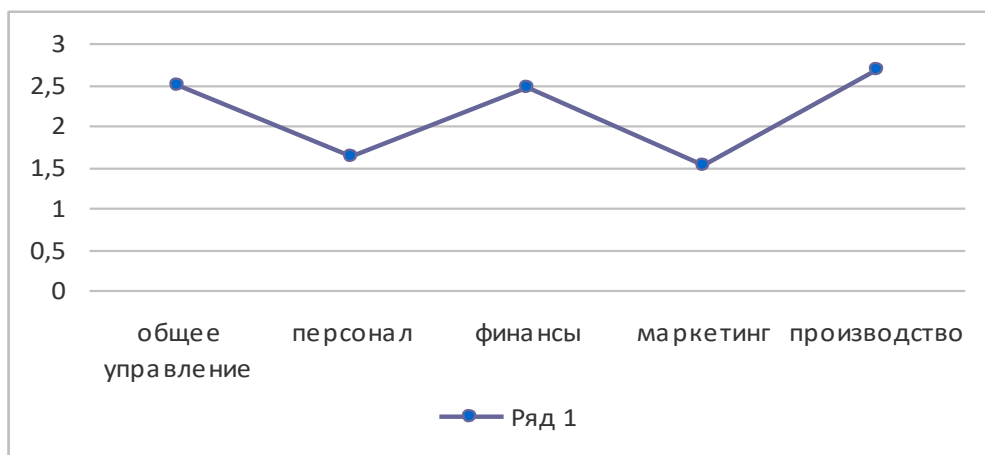


Рис. 4 – Состояние основных экономических подсистем предприятия

В части анализа экономического аспекта предприятия необходимо изучать темпы инфляции, четко понимать систему налогообложения инфляции и учитывать уровень безработицы.

Проведение такого анализа поможет структурировать информацию об организации и рынке, по-новому взглянуть на текущую ситуацию и перспективы, поставить достижимые цели долгосрочного развития, разработать конкурентоспособный комплекс стратегий достижения этих целей и, таким образом, повысить экономическую устойчивость предприятия.

По нашему мнению, применяя данную методику оценки развития предприятия, можно повысить экономическую устойчивость предприятия.

Библиография

1. Гончаренко О.В. Эффективность интегрированных формирований в аграрной сфере экономики. Диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05 / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016.
2. Гончаренко О.В. Эффективность интегрированных формирований в аграрной сфере экономики / О. В. Гончаренко // автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016.
3. Гончаренко О.В., Здоровец Ю.И. Распределение сельскохозяйственных предприятий Белгородской области по категориям предпринимательства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2016. № 1. С. 69.

4. Ляпина В.С., Наседкина Т.И. Учет и контроль в системе управления затратами // Материалы международной научно-практической конкуренции. 2017. С. 105.
5. Наседкина Т.И. Методология аналитического обоснования развития сельского хозяйства на базе статистического мониторинга. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Российская экономическая академия. Москва, 2011.
6. 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.

References

1. Goncharenko O.V. Efficiency of integrated formations in the agrarian sphere of economy. Thesis of candidate of economic Sciences: 08.00.05 / all-Russian research Institute of production, labor and management in agriculture. Moscow, 2016.
2. Goncharenko O.V. Effectiveness of integrated formations in the agricultural sector of the economy / O. V. Goncharenko // abstract dis. ... candidate of economic Sciences: 08.00.05 / all-Russian research Institute of production, labor and management in agriculture. Moscow, 2016.
3. Goncharenko O.V., Zdorovets Yu.I. Distribution of agricultural enterprises of the Belgorod region by categories of entrepreneurship // Economics, labor, management in agriculture. 2016. № 1. Pp. 69.
4. Lyapina V.S., Nasedkina T.I. Accounting and control in the cost management system // Materials of international scientific and practical competition. 2017. Pp. 105.
5. Nasedkina T.I. Methodology of analytical substantiation of agricultural development on the basis of statistical monitoring. Dissertation for the degree of doctor of economic Sciences / Russian Academy of Economics. Moscow, 2011.
6. Nasedkina T.I., Chernykh A.I. Cooperative model of economic development in the conditions of globalization: the sectoral aspect // Competitiveness in the global world: economy, science, technology. 2017. № 9–6(56). P. 75–80.

Сведения об авторах

- Гончаренко Ольга Викторовна, к.э.н., доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79205514285.
- Наседкина Татьяна Ивановна, д.э.н., профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79056715937.
- Черных Антонина Ивановна, к.э.н., доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79040878030.

Information about authors

- Goncharenko Olga Viktorovna, Candidate of Economics, 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 region, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79205514285.
- Nasedkina Tatiana Ivanovna, Doctor of Economics, 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 region, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79056715937.
- Chernykh Antonina Ivanovna, Associate Professor of the Department of Economics, Candidate of Economics, 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, t. +79040878030.

УДК 338.27

Н.В. Карамнова, В.М. Белоусов, А.С. Летуновский

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ПОТЕНЦИАЛА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье раскрываются причины низкой инновационной активности сельскохозяйственных предприятий субъектов Центрального Федерального округа и Тамбовской области, связанные с консервативным подходом к бизнесу, недостатком финансовых ресурсов для инвестирования в исследования и разработки, нехваткой квалифицированных специалистов в области инноваций.

Показано, что на современном этапе инновационный потенциал Тамбовской области находится на стадии становления. Регион по-прежнему отстает от среднероссийского уровня инновационной активности. Это связано с рядом факторов, требующих комплексного анализа и решения.

Обоснованы меры, направленные на развитие инновационного потенциала, включающие в себя увеличение государственных инвестиций в научные исследования и разработки; создание механизмов привлечения частных инвестиций в инновационные проекты; создание системы подготовки высококвалифицированных специалистов в области науки и техники; создание лабораторий и современных центров коллективного пользования; увеличение стипендий и заработной платы научным работникам; усиление защиты интеллектуальной собственности; предоставление финансовой поддержки для подачи патентных заявок; проведение информационных кампаний для популяризации интеллектуальной собственности; усиление взаимодействия между научными учреждениями, вузами и бизнесом для совместного развития инновационных проектов, а также создания инновационных центров, бизнес-инкубаторов и технопарков.

Отмечено, что инновационное развитие Тамбовской области сталкивается с вызовами, связанными с низким уровнем практического применения инноваций, ограниченным научно-техническим потенциалом и недостаточным кадровым ресурсом. Однако реализация комплексной стратегии, направленной на повышение инновационной активности, создание благоприятного инновационного климата, усиление взаимодействия между наукой, бизнесом и государством, будет способствовать ускорению инновационного развития региона и повышению конкурентоспособности на российском и мировом рынках.

Ключевые слова: инновационная инфраструктура, сельскохозяйственные предприятия, Тамбовская область, инновационная активность, инновационные товары и услуги.

ASSESSMENT OF INNOVATION INFRASTRUCTURE AND POTENTIAL OF TAMBOV REGION

Abstract. The article reveals the reasons for the low innovation activity of agricultural enterprises in the Central Federal District and Tambov Oblast, associated with a conservative approach to business, lack of financial resources for investing in research and development, and a shortage of qualified specialists in the field of innovation. It is shown that at the present stage, the innovation potential of Tambov Oblast is at the stage of formation. The region still lags behind the average Russian level of innovation activity. This is due to a number of factors that require comprehensive analysis and resolution.

The measures aimed at developing innovation potential are substantiated, including an increase in public investment in research and development; the creation of mechanisms for attracting private investment in innovative projects; the creation of a system for training highly qualified specialists in science and technology; the creation of laboratories and modern centers for collective use; an increase in scholarships and salaries for researchers; strengthening the protection of intellectual property; providing financial support for filing patent applications; conducting information campaigns to popularize intellectual property; strengthening interaction between scientific institutions, universities and businesses for the joint development of innovative projects, as well as the creation of innovation centers, business incubators and technology parks.

It was noted that the innovative development of the Tambov region faces challenges associated with the low level of practical application of innovations, limited scientific and technical potential and insufficient human resources. However, the implementation of a comprehensive strategy aimed at increasing innovation activity, creating a favorable innovation climate, strengthening interaction between science, business and the state, contributing to the acceleration of innovative development of the region and increasing competitiveness in the Russian and world markets.

Keywords: innovative infrastructure, agricultural enterprises, Tambov region, innovative activity, innovative goods and services.

Введение. Развитие аграрного сектора экономики тесно связано с эффективной реализацией национальной научно-инновационной политики. В этом контексте ключевую роль играет наука, призванная обеспечивать прогресс в сельском хозяйстве, повышать производительность труда и создавать новые технологии, способствующие устойчивому развитию отрасли.

Одним из ключевых факторов успешной реализации инновационной политики является достаточное финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). К сожалению, в России доля расходов на инновационное развитие в аграрном секторе остается низкой, составляя около 1 % от ВВП страны.

В то время как в развитых странах после мирового финансового кризиса 2008 года бизнес стал активно финансировать инновации, в России эта тенденция выражена слабо. Отсутствие механизмов финансирования (софинансирования) НИОКР бизнес-сектором приводит к зависимости от государственных вложений, что ограничивает инновационную активность и не позволяет реализовать полный потенциал развития аграрного сектора. Поэтому возникает необходимость в создании благоприятных условий для вложения частных инвестиций в НИОКР в агропромышленном секторе. Данная цель может быть достигнута за счет введения налоговых льгот, программ поддержки бизнеса, направленных на развитие инновационных проектов, а также создания венчурных фондов, специализирующихся на финансировании агротехнологических стартапов.

Бюджетное финансирование научных и инновационных проектов должно быть оптимизировано для обеспечения максимальной отдачи от инвестиций. Также важно усилить контроль за использованием бюджетных средств и обеспечить прозрачность финансовых потоков.

Материалы и методы. Материалами для исследования послужили данные статистической отчетности субъектов ЦФО России и Тамбовской области, аналитические данные справочной и научной литературы, а также авторские расчеты. В статье использовались монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, экономико-статистический методы исследования.

Результаты исследований.

Ключевую роль в развитии инноваций играет создание инновационной экосистемы, включающей в себя научные организации, бизнес-структуры, инвестиционные фонды, инкубаторы и акселераторы. Такая экосистема позволит создать благоприятную среду для разработки, тестирования и внедрения новых технологий.

Не менее важной проблемой является несбалансированность возрастной структуры научных работников аграрного сектора. В основном преобладают молодые специалисты (до 39 лет) и специалисты старшего возраста (старше 60 лет), в то время как число исследователей среднего возраста (40-59 лет) незначительно.

Проблема оттока исследователей среднего возраста связана с низкой заработной платой, отсутствием перспектив карьерного роста и недостаточным финансированием научных исследований.

Для решения этой проблемы необходимо увеличение заработной платы научных работников, создание системы стимулирования и повышения квалификации, а также предоставление возможности для профессионального роста и участия в международных проектах.

Особое внимание следует уделять подготовке новых кадров в аграрном секторе. Необходимо улучшить систему образования в сельскохозяйственных вузах, ввести новые специальности, соответствующие современным требованиям, а также развивать научно-исследовательские центры и лаборатории, где молодые специалисты смогут получить практический опыт.

В ближайшие годы роль науки в агропромышленном секторе будет только увеличиваться. Развитие генной инженерии, робототехники, искусственного интеллекта и других передовых технологий откроет новые возможности для повышения производительности и устойчивости сельского хозяйства.

Инновационный потенциал Тамбовской области на современном этапе находится на стадии становления. По ряду ключевых показателей регион по-прежнему отстает от среднероссийского уровня инновационной активности. Это связано с рядом факторов, которые требуют комплексного анализа и решения.

Как свидетельствуют данные таблицы 1, за период 2010-2023 гг. уровень инновационной активности сельскохозяйственных предприятий Тамбовской области в организационной, технологической и маркетинговой сферах колеблется в пределах от 8,2 до 12,5 %.

Таблица 1 – Уровень инновационной активности сельскохозяйственных предприятий субъектов ЦФО, % [6]

Субъекты ЦФО	Годы					Отклонение 2022 г. от 2010 г. «+», «-» п.п.
	2010	2015	2020	2022	2023	
Российская Федерация	9,5	9,3	10,8	11,0	11,3	+1,8
Центральный федеральный округ	8,6	10,9	12,5	11,0	12,0	+3,4
Белгородская область	10,9	12,7	18,0	15,1	15,4	+4,5
Брянская область	8,8	7,7	10,9	12,1	10,5	+1,7
Владимирская область	9,5	11,2	12,6	9,9	12,4	+2,9
Воронежская область	8,6	11,0	15,9	10,4	10,7	+2,1
Ивановская область	5,8	4,4	16,2	13,8	13,2	+7,4
Калужская область	8,3	10,9	12,1	12,0	13,4	+5,1
Костромская область	8,5	8,2	5,6	5,2	5,7	-2,8
Курская область	7,1	7,3	7,6	7,3	8,2	+1,1
Липецкая область	8,9	20,0	11,5	12,1	11,9	+3,0
Московская область	6,7	8,0	10,8	10,8	11,5	+4,8
Орловская область	11,5	9,6	13,7	13,2	13,1	+1,6
Рязанская область	7,0	12,7	10,9	10,2	9,8	+2,8
Смоленская область	5,5	7,3	7,1	6,4	6,3	+0,8
Тамбовская область	8,2	9,6	12,5	8,5	10,6	+2,4
Тверская область	5,1	7,9	12,0	10,3	15,4	+10,3
Тульская область	10,5	12,9	20,2	14,5	11,4	+0,9
Ярославская область	10,0	8,7	10,7	10,6	12,9	+2,9
г. Москва	13,3	19,7	13,0	11,3	15,4	+2,1

Большинство сельскохозяйственных предприятий Тамбовской области пока не внедряют новые технологии и не разрабатывают собственные инновационные решения. Это связано с рядом причин, включая консервативный подход к бизнесу, недостаток финансовых ресурсов для инвестирования в исследования и разработки, а также недостаток квалифицированных специалистов в области инноваций.

Среди 18 субъектов Центрального федерального округа Тамбовская область стабильно занимает 10-е место по количеству организаций, осуществляющих инновационную деятельность (табл. 2).

Таблица 2 – Организации, выполняющие научные исследования и разработки в субъектах ЦФО [6]

Субъекты ЦФО	Годы					Отношение 2023 г. в % к 2010 г.
	2010	2015	2020	2022	2023	
Российская Федерация	3 492	4 175	4 175	4 195	4125	118,1
Центральный федеральный округ	1 358	1 523	1 579	1 558	1543	113,6
Тамбовская область	22	30	34	32	28	127,3

Как известно, инновации являются результатом научных исследований. Поэтому имеет смысл обратить внимание на научные учреждения, которые ведут подготовку научных кадров. Одним из важнейших показателей интенсификации технологической и инновационной деятельности является объем расходов на научные исследования и разработки. Хотя объем внутренних расходов на исследования и разработки увеличился на 25,2 % в период с 2010 по 2023 год, региональное значение этого показателя значительно ниже, чем в среднем по центральной России, и занимает 14-е место в этом рейтинге (табл. 3).

Таблица 3 – Внутренние затраты на научные исследования и разработки в субъектах ЦФО (млн. руб.) [6]

Субъекты ЦФО	Годы					Отношение 2023 г. в % к 2010 г.
	2010	2015	2020	2022	2023	
Российская Федерация	523 377,2	914 669,1	1 174 534,3	1 435 914,3	1 649 788,0	315,2
Центральный федеральный округ	288 960,0	482 660,8	621 858,4	758 030,4	866 617,2	299,9
Тамбовская область	805,4	2 182,6	1 096,2	1 031,2	1008,0	125,2

Резкий рост затрат на инновации является положительным фактором, но явно недостаточным для развития инновационной деятельности.

Исследования показывают, что около трети внутренних расходов на НИОКР в регионе расходуется на технологические инновации. По расходам на технологические инновации в 2023 году Тамбовская область занимала 9-е место среди субъектов Центральной России (336,3 млн руб.) (табл. 4).

Таблица 4 – Затраты на технологические инновации среди субъектов ЦФО (млн. руб.) [6]

Субъекты ЦФО	Годы					Отношение 2023 г. в % к 2010 г.
	2010	2015	2020	2022	2023	
Российская Федерация	92 010,7	169 654,6	218 491,5	259 974,6	297406,8	323,2
Центральный федеральный округ	57 489,0	106 633,4	132 828,2	161 445,7	176926,2	307,8
Тамбовская область	132,7	174,3	313,1	308,2	336,3	253,4

Важно отметить, что инновационные проекты нуждаются в оформлении интеллектуальной собственности, способствующие повышению патентной активности. Ее анализ подтверждает не только наличие патентной активности в ее количественном составе, но и ее качественное развитие.

Об этом свидетельствует тот факт, что в Тамбовской области в 2005 году было подано заявок на 85 патентных изобретений, 6 полезных моделей, из которых было принято 74 патента на изобретения и 5 полезных моделей (83,3 %), в 2010 году из 84 заявок, поданных на патент, было принято 68 (80,9 %), а из 95 заявок на патент, поданных в 2020 году, принято 67, что свидетельствует об улучшении данной ситуации по сравнению с другими субъектами ЦФО. В 2022 году подано 87 заявок на патенты, получено 88, подано 23 патентных заявки на полезную модель, выдано – 24. В 2023 году подано 102 заявки на патенты, получено 89, подано 16 патентных заявок на полезную модель, выдано – 10.

Важным фактором инновационного развития любого регионального субъекта является наличие высококвалифицированных специалистов.

В таблице 5 представлены показатели численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками.

Таблица 5 – Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (человек) [6]

Субъекты ЦФО	Годы					Отношение 2023 г. в % к 2010 г.
	2010	2015	2020	2022	2023	
Российская Федерация	736 540	738 857	679 333	669 870	670614	91,0
Центральный федеральный округ	381 795	380 140	345 756	340 001	337939	88,5
Тамбовская область	1 665	1 594	864	791	742	44,6

В период с 2010 по 2023 год количество сотрудников, занимающихся исследованиями и разработками в Тамбовской области, сократилось на 55,4 %, что говорит о том, что инновации не являются привлекательной сферой для молодых специалистов. Представленные статистические данные подтверждают, что в исследуемый период с 2010 по 2023 год Тамбовская область занимала 14 место среди субъектов Центральной России по количеству научных исследователей.

Отсутствие перспектив профессионального роста, низкая заработная плата, недостаточное финансирование научных исследований и разработок – вот лишь некоторые причины, отталкивающие молодых людей от работы в сфере инновационной деятельности.

В Тамбовской области наблюдается дефицит высококвалифицированных специалистов в области науки и технологий, что является одним из основных факторов, сдерживающих развитие инновационного потенциала. Недостаточное финансирование научных исследований и разработок, непривлекательность профессии, отсутствие современной лабораторной базы и оборудования – вот лишь некоторые причины, затрудняющие привлечение талантливой молодежи в сферу науки.

Для получения качественного образования в регионе действуют шесть вузов, в которых обучаются граждане Тамбовской области и студенты из различных субъектов Российской Федерации (табл. 6).

Таблица 6 – Численность студентов образовательных учреждений в Тамбовской области [6]

Показатели	Учебный год						Изменения, +,-
	2005/2006	2010/2011	2015/2016	2020/2021	2022/2023	2023/2024	
Число образовательных учреждений, ед.	3	4	4	5	6	6	+3
В них студентов, тыс. чел.	41,7	42,2	29,2	27,8	29,0	30,9	-10,8
Численность ППС в образовательных учреждениях, чел.	2059	2010	1567	1350	1399	1419	-640

Согласно анализу таблицы 6, число образовательных учреждений увеличилось в 2023/2024 учебном году по сравнению с 2005/2006 учебным годом на 3 единицы. При этом в 2023/2024 учебном году набор студентов сократился на 10,8 тыс. человек. Следует также учитывать большое количество молодежи, обучающейся в различных российских вузах других регионов.

По показателю зачисления в аспирантуру Тамбовская область занимает шестое место в Центральном федеральном округе. В 6 образовательных учреждениях Тамбовской области численность аспирантов в 2023 году составила 576 человек, что на 343 человека меньше аналогичного показателя 2005 года.

Важнейшим показателем эффективности аспирантуры является количество выпускников, успешно защитивших кандидатские диссертации после окончания аспирантуры. В Тамбовской области в 2023 году из 576 человек, поступивших в аспирантуру, завершили обучение с защитой кандидатской диссертации только 56 человек или 10,6 %.

Для сравнения, средний показатель по Центральному Федеральному округу в том же году составил 17,7 %. Такая разница свидетельствует о некоторых проблемах в системе подготовки научных кадров в регионе.

Несмотря на положительные факторы, такие как активная работа инновационных компаний, научно-исследовательских институтов и университетов, уровень практической реализации результатов инновационного развития Тамбовской области в 2023 году остался очень низким.

Это также отражается на низкой доле инновационных продуктов и услуг в общем объеме поставленной продукции, которая в 2023 году составляла всего 9,1 %. Для сравнения: в том же году средний показатель по России достиг 11,3 %.

Однако за период 2010-2023 годов производство инновационных товаров, работ и услуг в Тамбовской области значительно выросло – в 10,1 раза. Это свидетельствует о положительной тенденции, но, несмотря на эти результаты, внутренний научно-технический потенциал Тамбовской области по-прежнему недостаточен для устойчивого и инновационного развития региональной экономики.

На рисунке 1 представлена динамика объема инновационных товаров, работ и услуг в Тамбовской области за период с 2010 по 2023 гг.

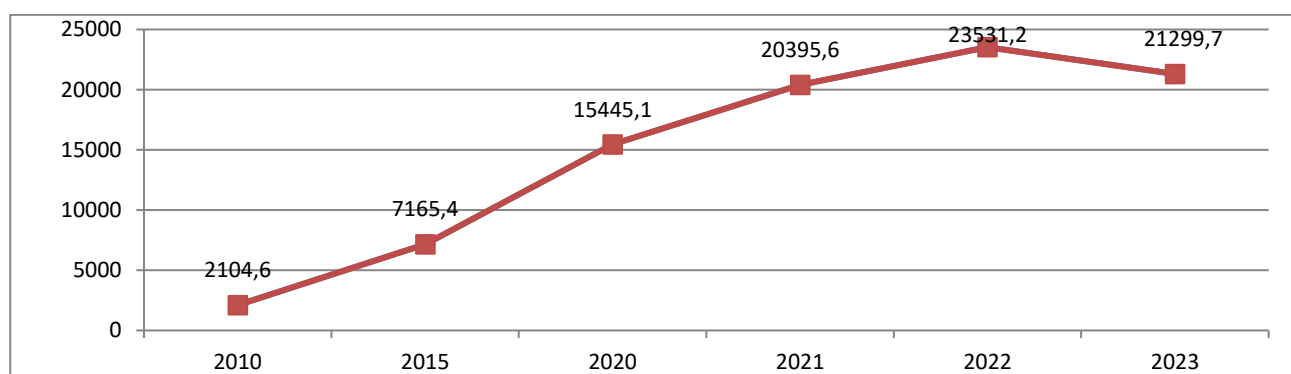


Рис. 1 – Объем инновационных товаров работ и услуг Тамбовской области за 2010-2023гг., млн. руб. [6]

Таким образом, внутренний научно-технический потенциал Тамбовской области недостаточно устойчив для инновационного развития экономики региона. Вместе с тем, в регионе ведется работа по повышению инновационной активности.

В целях создания оптимального пространства для развития инновационной деятельности, технологической модернизации экономики Тамбовской области и повышения ее конкурентоспособности осуществляются нормативно-правовые меры инновационного развития Тамбовской области.

Несмотря на существующие проблемы, у Тамбовской области есть потенциал для развития инновационной деятельности. Для этого необходимо предпринять ряд мер:

- увеличение государственных инвестиций в научные исследования и разработки, а также создание механизмов привлечения частных инвестиций в инновационные проекты;
- создание среды, благоприятной для развития инноваций, предлагающей налоговые стимулы для развития малого и среднего предпринимательства;
- создание системы подготовки высококвалифицированных специалистов в области науки и техники, создание лабораторий и современных центров коллективного пользования, увеличение стипендий и заработной платы научным работникам;
- усиление защиты интеллектуальной собственности, предоставление финансовой поддержки для подачи патентных заявок, а также проведение информационных кампаний для популяризации интеллектуальной собственности;
- усиление взаимодействия между научными учреждениями, вузами и бизнесом для совместного развития инновационных проектов, а также создания инновационных центров, бизнес-инкубаторов и технопарков. Важно отметить, что развитие инновационного потенциала – сложная задача, требующая усилий всех заинтересованных сторон: государства, бизнеса, научного сообщества и населения. Создание современной инновационной экосистемы в Тамбовской области позволит привлечь инвестиции в регион, создать новые рабочие места и улучшить качество жизни населения.

Развитие Тамбовской области по инновационному пути осуществляется в рамках программы «Экономическое развитие и инновационная экономика Тамбовской области».

Инновационное развитие Тамбовской области сталкивается с вызовами, связанными с низким уровнем практического применения инноваций, ограниченным научно-техническим потенциалом и недостаточным кадровым ресурсом. Однако реализация комплексной стратегии, направленной на повышение инновационной активности, создание благоприятного инновационного климата, усиление взаимодействия между наукой, бизнесом и государством, может способствовать ускорению инновационного развития региона и повышению его конкурентоспособности на российском и мировом рынках.

Библиография

1. Бабкина Е.С., Бабкина А.А., Смагин Е.В. Трансформация сельского хозяйства: цифровые возможности развития региона // Стратегические направления развития экономики, финансов и бухгалтерского учета в современных условиях.

Информационно-правовое обеспечение ГАРАНТ как комплексная профессиональная поддержка образовательной и научной деятельности: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Мичуринск-наукоград, 2024. С. 20–23.

2. Грекова Н.С., Непрокина Р.Р. Вызовы, угрозы и факторы, влияющие на развитие сельского хозяйства муниципального образования // Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под редакцией Н. В. Карамновой. Мичуринск, 2023. С. 104–108.

3. Кочеткова Д.О., Греков А.Н. Перспективные направления привлечения молодежи в сельскую местность // Вызовы современности и стратегическое развитие аграрной экономики (VI Шалыпинские чтения): материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Мичуринск, 2023. С. 260–263.

4. Лёвина М.В. Проблемы инноваций в управлении сельским хозяйством // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических программ АПК: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган, 2023. С. 146–150.

5. Расумов В.Ш. Организационно-правовые основы формирования инновационной инфраструктуры АПК региона // Экономика и предпринимательство, 2017. № 9–4(86). С. 214–217.

6. Регионы России. Социально-экономические показатели 2023: Стат. Сб / Росстат. М., 2023. 1126 с.

7. Труба А.С., Волкова А.А., Кузичева Н.Ю. Адаптация сельских территорий в процессе социально-экономического развития Тамбовской области // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 9. С. 22–30.

8. Трунова С.Н., Бородин И.Ю., Коротеев А.А. Основные подходы формирования кадрового потенциала АПК // Экологические проблемы в отечественном садоводстве (V Потаповские чтения): материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии В.А. Потапова. Мичуринск-наукоград РФ, 2023. С. 350–354.

References

1. Babkina E.S., Babkina A.A., Smagin E.V. Transformation of agriculture: digital opportunities for regional development // Strategic directions for the development of economics, finance and accounting in modern conditions. Information and legal support of GARANTEE as a comprehensive professional support for educational and scientific activities: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. Michurinsk-science city, 2024. Pp. 20–23.

2. Grekova N.S., Neprokina R.R. Challenges, threats and factors influencing the development of agriculture in the municipality // Trajectories of socio-economic development of the region in the context of foreign policy sanctions pressure: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. Edited by N. V. Karamnova. Michurinsk, 2023. Pp. 104–108.

3. Kochetkova D.O., Grekov A.N. Promising directions for attracting young people to rural areas // Challenges of our time and strategic development of the agrarian economy (VI Chaliapin Readings): materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. Michurinsk, 2023. Pp. 260–263.

4. Levina M.V. Problems of innovation in agricultural management // Engineering support in the implementation of socio-economic programs of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. Kurgan, 2023. Pp. 146–150.

5. Rasumov V.Sh. Organizational and legal foundations for the formation of innovative infrastructure of the agro-industrial complex of the region // Economy and entrepreneurship, 2017. № 9–4(86). Pp. 214–217.

6. Regions of Russia. Socio-economic indicators 2023: Stat. Sat / Rosstat. M., 2023. 1126 p.

7. Truba A.S., Volkova A.A., Kuzicheva N.Yu. Adaptation of rural areas in the process of socio-economic development of the Tambov region // Economics of agricultural and processing enterprises. 2022. № 9. Pp. 22–30.

8. Trunova S.N., Borodin I.Yu., Koroteev A.A. Main approaches to the formation of human resources potential of the agro-industrial complex // Environmental problems in domestic horticulture (V Potapov readings): materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation, dedicated to the memory of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, laureate of the State Prize V.A. Potapov. Michurinsk-science city of the Russian Federation, 2023. P. 350–354.

Сведения об авторах

Карамнова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, заведующий кафедрой управления и делового администрирования, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 11, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел. 8 (47545) 3-88-15, e-mail: KaramnovaN@yandex.ru.

Белосов Виталий Михайлович, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и делового администрирования, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 11, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел. 8 (47545) 3-88-15.

Летуновский Александр Сергеевич, аспирант кафедры управления и делового администрирования, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, ул. Интернациональная, д. 11, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393740, тел. 8 (47545) 3-88-15.

Information about authors

Karamnova Natalia Vladimirovna., Doctor of Economics, Head of the Department of Management and Business Administration, Michurinsky State Agrarian University, ul. 11 Internatsionalnaya Street, Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel. 8 (47545) 3-88-15, e-mail: KaramnovaN@yandex.ru.

Belousov Vitaly Mikhailovich, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Management and Business Administration, Michurinsky State Agrarian University, ul. 11 Internatsionalnaya Street, Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel. 8 (47545) 3-88-15.

Letunovsky Alexander Sergeevich, Postgraduate Student of the Department of Management and Business Administration, Michurinsky State Agrarian University, ul. 11 Internatsionalnaya Street, Michurinsk, Tambov region, Russia, 393740, tel. 8 (47545) 3-88-15.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИМУЩЕСТВА В АПК ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РАЙОНА

Аннотация: В статье рассматривается проблема эффективности использования государственного имущества в агропромышленном комплексе Центрально-Чернозёмного района. Проведен анализ текущего состояния задействования госсобственности в аграрном секторе региона, выявлены основные причины низкой отдачи от ее эксплуатации. Предложен комплекс мер, направленных на оптимизацию управления объектами госимущества и повышение эффективности их использования. Ключевые направления включают совершенствование нормативно-правовой базы, применение механизмов государственно-частного партнерства, внедрение цифровых решений, модернизацию системы подготовки управленческих кадров. Особый акцент сделан на необходимости усиления государственной поддержки сельхозпроизводителей, эксплуатирующих активы федеральной и региональной собственности. Авторы приходят к выводу о значительном потенциале рационализации использования госимущества для динамичного развития АПК Центрального Черноземья и укрепления продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: государственное имущество, агропромышленный комплекс, Центрально-Чернозёмный район, эффективность использования, нормативно-правовая база, государственно-частное партнерство, цифровизация, управленческие кадры, государственная поддержка, продовольственная безопасность, социально-экономическое развитие, имущественный комплекс, инвестиционная привлекательность, инновационные технологии.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF STATE PROPERTY USAGE IN AGRICULTURE OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

Abstract. The article deals with the problem of efficiency of state property usage in the agro-industrial complex of the Central Black Earth region. The current state of state property involvement in the region's agricultural sector is analyzed, the main reasons for low returns from its operation are identified. A set of measures aimed at optimizing the management of state property objects and increasing their usage efficiency is proposed. Key directions include improving the regulatory framework, applying PPP mechanisms, introducing digital solutions, and modernizing the management training system. Special emphasis is placed on the need to strengthen state support for agricultural producers operating federal and regional property assets. The authors conclude that there is significant potential for rationalizing the use of state property for the dynamic development of the agro-industrial complex of the Central Black Earth region and strengthening the country's food security.

Keywords: state property, agro-industrial complex, Central Black Earth region, usage efficiency, regulatory framework, public-private partnership, digitalization, management personnel, state support, food security, socio-economic development, property complex, investment attractiveness, innovative technologies.

Особенности использования государственного имущества в агропромышленном комплексе Центрально-Чернозёмного экономического района имеет первостепенное значение для обеспечения поступательного развития аграрного сектора и укрепления продовольственной безопасности страны. Располагая колоссальным земельным фондом и значительным количеством объектов инфраструктуры, государство обладает уникальными рычагами воздействия на траекторию развития регионального АПК [2]. Центральное Черноземье традиционно выступает одним из ключевых аграрных регионов России, обладающим благоприятными природно-климатическими условиями и высокоплодородными почвами. Однако, несмотря на имеющийся потенциал, в последние годы наблюдается тенденция к снижению эффективности использования государственных активов в сельском хозяйстве района.

Актуальность проблемы повышения отдачи от государственной собственности в АПК Черноземья обусловлена целым комплексом факторов. Во-первых, в условиях нарастающих геополитических рисков и турбулентности мировой экономики обеспечение продовольственного суверенитета страны приобретает стратегическое значение. Рациональное использование земельных и имущественных ресурсов, находящихся в распоряжении государства, способно внести весомый вклад в наращивание объемов производства сельхозпродукции, импортозамещение на агропродовольственном рынке. Учитывая беспрецедентное санкционное давление и разрыв устоявшихся логистических цепочек, задача достижения самообеспеченности по ключевым видам продовольствия становится как никогда острой и неотложной. В этом контексте повышение эффективности эксплуатации государственных активов в аграрном секторе Центрального Черноземья выступает одним из главных факторов укрепления национальной продовольственной безопасности, снижения зависимости от импортных поставок, насыщения внутреннего рынка доступным и качественным продовольствием отечественного производства.

Во-вторых, от эффективности задействования государственной собственности напрямую зависит социально-экономическое благополучие сельских территорий. Передача неиспользуемых земель и объектов инфраструктуры в руки эффективных собственников и инвесторов содействует созданию новых рабочих мест, повышению доходов населения, развитию сельской экономики и социальной сферы. Вовлечение в хозяйственный оборот простаивающих и заброшенных земельных участков, ферм, хранилищ, перерабатывающих предприятий способно придать мощный импульс развитию сельских территорий, преодолению депопуляции и деградации российской глубинки. Появление новых точек экономического роста на базе неиспользуемых государственных активов содействует диверсификации сельской экономики, повышает инвестиционную и миграционную привлекательность села, создает предпосылки для реализации человеческого потенциала и закрепления молодежи на селе. Передовой опыт Белгородской области убедительно доказывает, что эффективное управление объектами государственной собственности в АПК способно кардинально преобразить облик сельских территорий, наполнить их жизнь новым содержанием и смыслом.

В-третьих, оптимизация системы управления государственным имуществом в аграрном секторе способна обеспечить дополнительные поступления в бюджеты различных уровней. В условиях ограниченности финансовых ресурсов вовлечение в хозяйственный оборот неиспользуемых или используемых не по назначению объектов федеральной и муниципальной собственности представляется весьма целесообразным. Цивилизованная передача государственных активов в руки добросо-

вестных арендаторов и концессионеров открывает возможности для существенного наращивания доходной части бюджетов, что особенно актуально в условиях нарастающего дефицита региональных и местных финансов. Полученные средства могут быть направлены на решение наиболее острых социально-экономических проблем села, реализацию приоритетных инфраструктурных проектов, поддержку малого и среднего агробизнеса. При этом крайне важно обеспечить прозрачность и подконтрольность процесса распоряжения государственным имуществом, пресечь коррупционные проявления и злоупотребления в данной сфере. Только в этом случае раскрытие потенциала государственной собственности будет работать на благо всего общества, а не узкой группы привилегированных бенефициаров.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что повышение эффективности использования государственного имущества в АПК Центрально-Чернозёмного района является комплексной, многогранной задачей, от успешного решения которой зависит будущее не только аграрной экономики, но и всей страны. В условиях усиливающейся геополитической нестабильности и глобального продовольственного кризиса мобилизация ресурсного потенциала госсобственности становится важнейшим фактором достижения национального суверенитета и безопасности. Поставленная задача носит межотраслевой и междисциплинарный характер, требует консолидации усилий государства, бизнеса и гражданского общества, задействования всего спектра экономических, правовых и управленческих инструментов. Только комплексный, системный подход позволит превратить государственные активы из балласта в драйвер динамичного развития агропромышленного комплекса Черноземья и сельских территорий.

Наконец, повышение эффективности эксплуатации земельно-имущественного комплекса АПК содействует притоку инвестиций в отрасль, внедрению инноваций и передовых агротехнологий. Как показывает опыт, частный бизнес охотнее вкладывает средства в проекты, реализуемые на базе государственных активов, получая определенные гарантии и преференции.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что задача оптимизации использования государственной собственности в агропромышленном комплексе Центрально-Чернозёмного района относится к числу наиболее актуальных и приоритетных. От ее эффективного решения во многом зависят перспективы развития не только аграрной экономики, но и социальной сферы Черноземья, уровень и качество жизни сотни тысяч сельских жителей.

Современное состояние проблемы.

В Центрально-Чернозёмном районе сконцентрированы внушительные площади сельскохозяйственных угодий, находящихся в федеральной собственности. По данным Росреестра, на начало 2024 года в регионе насчитывалось свыше 2,3 млн га земель сельскохозяйственного назначения, относящихся к государственной и муниципальной собственности, что составляет 32 % от общей площади данной категории земель [8]. В структуре агропромышленного комплекса района государству также принадлежат здания и сооружения, техника, оборудование, племенной скот, многолетние насаждения и др. объекты.

Вместе с тем далеко не все объекты государственного имущества используются эффективно. Значительная часть земель простаивает, зарастает сорняками и мелколесьем, выбывает из хозяйственного оборота. В Воронежской области, например, «площадь неиспользуемой пашни в госсобственности достигает 150 тыс. га, или 17 % от всех пахотных угодий региона» [7]. Похожая ситуация складывается и в других областях Черноземья.

Основные фонды государственных сельхозпредприятий характеризуются высокой степенью износа, превышающей 60 %. Темпы обновления машинно-тракторного парка и модернизации ферм явно недостаточны. Многие хозяйства «включают жалкое существование, находятся на грани банкротства, не имеют возможности своевременно рассчитываться по своим обязательствам» [10, 12].

Причины низкой эффективности использования госимущества в АПК Центрального Черноземья носят комплексный характер. В их числе – недостаточная проработанность нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы владения, пользования и распоряжения объектами госсобственности. Действующее законодательство не в полной мере учитывает специфику сельского хозяйства, содержит пробелы и противоречия [3, 5].

Серьезным препятствием выступает забюрократизированность процедур предоставления госимущества в аренду и доверительное управление. Требуется оптимизировать систему ценообразования, обеспечить прозрачность и публичность принимаемых решений. По справедливому замечанию Г.А. Баклаженко, «сложившиеся механизмы управления госсобственностью в АПК зачастую носят бессистемный и непрозрачный характер, создают предпосылки для злоупотреблений» [1].

Негативную роль играет дефицит квалифицированных управленческих кадров, владеющих современными технологиями менеджмента. Уровень подготовки специалистов, ответственных за рациональное использование государственного имущества в аграрной сфере, не всегда отвечает возросшим требованиям и вызовам времени [13].

Концептуальные подходы к решению проблемы.

Повышение эффективности использования государственного имущества в АПК Центрально-Чернозёмного района требует реализации комплекса взаимоувязанных мер на федеральном и региональном уровнях. Первоочередной задачей является совершенствование нормативно-правовой базы, устранение имеющихся пробелов и противоречий, формирование благоприятной институциональной среды для привлечения инвестиций в аграрный сектор экономики.

Важно провести полномасштабную инвентаризацию и паспортизацию объектов государственного имущества, создать региональные реестры и базы данных, содержащие актуальную и достоверную информацию об их количественных и качественных характеристиках. Это позволит повысить эффективность контроля и мониторинга за состоянием имущественного комплекса АПК, оперативно выявлять «узкие места» и резервы роста.

Целесообразным видится оптимизация структуры госсобственности, «освобождение от непрофильных и малорентабельных активов» [9]. Речь идет о передаче части земельных участков и объектов инфраструктуры эффективным частным операторам и инвесторам, готовым вкладывать средства в их развитие на принципах государственно-частного партнерства.

В этой связи актуальным становится применение таких организационно-экономических механизмов, как концессии, аутсорсинг, лизинг, контракты жизненного цикла. По мнению В. В. Кузнецова, «вовлечение объектов государственной собственности в проекты государственно-частного партнерства позволяет привлечь дополнительные инвестиции в агропромышленный комплекс, способствует трансферу передовых технологий в отрасль» [5].

Настоятельной необходимостью является внедрение цифровых платформ и решений в систему управления государственным имуществом АПК. Речь идет о создании специализированных геоинформационных систем, баз данных, онлайн-сервисов, облегчающих взаимодействие между государством, бизнесом и гражданским обществом по вопросам использования объектов федеральной и региональной собственности [9].

Следует радикально трансформировать систему подготовки и повышения квалификации управленческих кадров, действующих в сфере регулирования имущественных отношений в АПК. Требуется обеспечить регулярное проведение обучающих семинаров, тренингов, программ обмена опытом с привлечением ведущих российских и зарубежных экспертов и специалистов-практиков.

Особое значение имеет усиление государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, эксплуатирующих объекты госсобственности. Необходимо расширить льготное кредитование и субсидирование процентных ставок, предоставлять налоговые преференции, содействовать продвижению продукции на внутренний и внешний рынки. По оценкам И.Г. Ушачева, «для обеспечения расширенного воспроизводства в АПК требуется довести уровень господдержки до 10 % от валовой продукции сельского хозяйства» [11].

Резюмируя вышесказанное, следует подчеркнуть, что проблема повышения эффективности использования государственного имущества в агропромышленном комплексе Центрально-Чернозёмного района носит комплексный характер и не может быть решена какой-либо одной «серебряной пулей». Требуется системные, последовательные усилия государства и бизнеса, направленные на формирование современной, гибкой и адаптивной системы управления имущественным комплексом АПК.

Необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу, активнее задействовать механизмы государственно-частного партнерства, внедрять цифровые технологии управления, повышать инвестиционную привлекательность государственных активов. Ключевую роль призвана сыграть господдержка сельхозпроизводителей, использующих объекты федеральной и региональной собственности.

Предлагаемые меры позволят придать мощный импульс развитию агропромышленного комплекса Центрально-Чернозёмного района, повысить его вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны, решение социальных проблем сельских территорий. По экспертным оценкам, «рациональное использование государственного имущества способно обеспечить прирост валовой продукции сельского хозяйства региона на 20-25 % в среднесрочной перспективе» [6].

Безусловно, достижение этой цели потребует значительных усилий и финансовых ресурсов, консолидации действий всех заинтересованных сторон. Однако именно такой путь позволит реализовать колоссальный потенциал государственной собственности, вывести АПК Черноземья на траекторию динамичного и сбалансированного роста.

Библиография

1. Баклаженко Г.А. Государственное имущество в АПК: проблемы и перспективы. – М. : Экономика, 2022. – С. 148.
2. Вишневская О.В. Эффективность использования государственного имущества в АПК региона. – Воронеж : Изд-во ВГАУ, 2021. – С. 32.
3. Казакова Н.А. Анализ эффективности расходования бюджетных средств и государственной поддержки развития сельского хозяйства / Н. А. Казакова, Т. И. Наседкина, Е. А. Федченко // Региональная экономика: теория и практика. – 2012. – № 26. – С. 15–21.
4. Ковалев А.И. Государственное регулирование АПК в условиях рынка. – СПб. : Лань, 2020. – 192 с.
5. Кузнецов В.В. Проблемы повышения эффективности использования госимущества в АПК. – М. : ИНФРА-М, 2023. – С. 126, 178.
6. Милосердов В.В. Государственное регулирование агропромышленного производства. – М. : КолосС, 2021. – С. 183.
7. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В., Слепнева Т.Н. Экономика АПК региона. – СПб. : Лань, 2022. – С. 112.
8. Петриков А.В. Государственная поддержка сельского хозяйства в современной России. – М. : Энциклопедия российских деревень, 2019. – С. 67.
9. Полушкин Н.А. Эффективное использование государственного имущества в АПК. – М. : КолосС, 2023. – С. 172.
10. Тетюркина Е.В. Совершенствование механизма реализации инвестиционной политики государства в аграрном секторе / Е. В. Тетюркина, И. А. Демешева // Российский экономический интернет-журнал. – 2018. – № 4. – С. 109.
11. Ушачев И.Г. Стратегия устойчивого развития АПК России. – М. : Экономика, 2021. – С. 138, 202.
12. Хицков И.Ф. Организационно-экономический механизм развития АПК региона. – Воронеж : Изд-во ВГАУ, 2020. – С. 211.
13. Шутьков А.А. Аграрная политика: проблемы и пути решения. – М. : Росинформагротех, 2022. – С. 91.

References

1. Baklazhenko G.A. State Property in the Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects. – Moscow : Economics, 2022. – P. 148.
2. Vishnevskaya O.V. Efficiency of State Property Usage in the Regional Agro-Industrial Complex. – Voronezh : VSAU Publishing House, 2021. – P. 32.
3. Kazakova N.A. Analysis of the effectiveness of budget spending and state support for agricultural development / N. A. Kazakova, T. I. Nasedkina, E. A. Fedchenko // Regional economics: theory and practice. – 2012. – № 26. – Pp. 15–21.
4. Kovalev A.I. State Regulation of the Agro-Industrial Complex in Market Conditions. – St. Petersburg : Lan, 2020. – 192 p.
5. Kuznetsov V.V. Problems of Improving the Efficiency of State Property Usage in the Agro-Industrial Complex. – Moscow : INFRA-M, 2023. – P. 126, 178.
6. Miloserdov V.V. State Regulation of Agro-Industrial Production. – Moscow : KolosS, 2021. – P. 183.
7. Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V., Slepneva T.N. Economics of the Regional Agro-Industrial Complex. – St. Petersburg : Lan, 2022. – P. 112.
8. Petrikov A.V. State Support of Agriculture in Modern Russia. – Moscow : Encyclopedia of Russian Villages, 2019. – P. 67.
9. Polushkin N.A. Effective Usage of State Property in the Agro-Industrial Complex. – Moscow : KolosS, 2023. – P. 172.
10. Tetyurkina E.V., Demesheva I.A. Improving the mechanism of implementation of the state's investment policy in the agricultural sector // Russian Economic Online Journal. – 2018. – № 4. – P. 109.
11. Ushachev I.G. Strategy for Sustainable Development of the Russian Agro-Industrial Complex. – Moscow : Economics, 2021. – P. 138, 202.

12. Khitskov I.F. Organizational and Economic Mechanism of Regional Agro-Industrial Complex Development. – Voronezh : VSAU Publishing House, 2020. – P. 211.
13. Shutkov A.A. Agrarian Policy: Problems and Solutions. – Moscow : Rosinformagrotech, 2022. – P. 91.

Сведения об авторах

Наседкина Татьяна Ивановна, доктор экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru, тел.+7 9056715937.

Полухин Василий Александрович, аспирант первого года кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: Polukhin.VA@mail.ru.

Information about authors

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Doctor of Economics, 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, s. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru, тел.+7 9056715937.

Polukhin Vasily Alexandrovich, First year postgraduate student of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, s. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: Polukhin.VA@mail.ru.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. Одним из главных условий успешной деятельности организаций выступает создание и постоянное совершенствование структуры оборотных активов. Эффективное использование оборотных активов организации и определение их оптимального объема является приоритетной задачей по обеспечению непрерывности операционного цикла производственно-коммерческой деятельности.

Создание действенной системы управления оборотными активами способствует успешному выполнению производственной программы организации, соблюдению обязательств перед потребителями продукции и услуг, обеспечению устойчивого финансового состояния. Организация эффективного управления оборотными активами направлена на формирование их в необходимом объеме с наименьшими затратами и определении резервов ускорения их оборачиваемости.

В результате исследования обобщены теоретические основы управления оборотными активами; проведен анализ состояния, структуры и эффективности использования на примере сельскохозяйственной организации и спрогнозирован объем оборотных активов, что позволит выявить потенциальные направления ее развития.

Особое внимание уделено повышению эффективности управления оборотными активами, что позволяет организации поддерживать стабильное финансовое положение, сбалансированное по уровню ликвидности и доходности. Это обуславливает необходимость проведения анализа эффективности управления оборотными активами на предприятии с помощью анализа их структуры и динамики.

Авторами предложена модель по повышению эффективности управления оборотными активами. Практическим аспектом использования данной модели являются направления по улучшению процесса управления оборотными активами с целью повышения результатов деятельностью организации за счет снижения затрат и повышения эффективности использования ее оборотных активов.

Ключевые слова: управление, оборотные активы, модель, прогнозирование, бизнес-процесс.

MODELING THE PROCESS OF CURRENT ASSETS MANAGEMENT OF THE ORGANIZATION

Abstract. One of the main conditions for the successful operation of organizations is the creation and continuous improvement of the structure of current assets. Effective use of current assets of the organization and determination of their optimal volume is a priority task to ensure the continuity of the operating cycle of production and commercial activities.

Creation of an effective system of current assets management contributes to the successful implementation of the production program of the organization, compliance with obligations to consumers of products and services, ensuring a stable financial position. Organization of effective management of current assets is aimed at their formation in the required volume with the lowest costs and determination of reserves for accelerating their turnover.

As a result of the study, the theoretical foundations of current assets management were summarized; an analysis of the state, structure and efficiency of use from use was carried out on the example of an agricultural organization and the volume of current assets was predicted, which will identify potential directions for its development.

Particular attention is paid to increasing the efficiency of current assets management, which allows the organization to maintain a stable financial position, balanced in terms of liquidity and profitability. This necessitates an analysis of the efficiency of current assets management at the enterprise using an analysis of the structure and dynamics of working capital. The authors propose a model for improving the efficiency of current assets management. The practical aspect of using this model is the directions for improving the process of current assets management in order to improve the results of the organization's activities by reducing costs and increasing the efficiency of using current assets.

Keywords: management, current assets, model, forecasting, business process.

Оборотные активы предприятия выступают основной частью используемых активов в процессе текущей деятельности и могут быть превращены в денежные средства в течение одного операционного цикла. Они играют ключевую роль в обеспечении непрерывности производственного и финансового процесса стабильности предприятия, поскольку обеспечивают его необходимыми ресурсами для ведения хозяйственной деятельности.

Эффективность управления оборотными активами оказывает основное влияние на непрерывность процесса производства и реализации производимой продукции, а также на такие финансовые показатели как ликвидность, платежеспособность и финансовая устойчивость предприятия. Повышение эффективности управления оборотными активами всегда отражает улучшение финансового состояния предприятия.

Деятельность предприятия невозможна без оборотных активов, а рынок постоянно нуждается в расширении управленческих задач по совершенствованию и разработке новых приемов и методов управления.

Проблемам изучения управления оборотными активами организации уделяется внимание многими отечественными и зарубежными учеными. Сущность оборотных активов и методика их оценки отражены в трудах Воробьевой Е. И. [1], Головановой Е. А. [2], Наседкиной Т. И. [5], Чанг Г. [8], Мардонес Дж. [10] и многих других. Отмечая весомость результатов исследований указанных авторов, можно отметить, что управление оборотными активами является динамическим процессом, требующим постоянного исследования и совершенствования в соответствии с современными условиями ведения и развития бизнеса.

Целью данного исследования является анализ сущности и составляющих управления оборотными активами организации, оценка эффективности системы управления оборотными активами на примере ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород», а также и разработка модели процесса управления оборотными активами.

Управление оборотными активами составляет наибольшую часть финансового менеджмента в системе управления активами предприятия. Это связано с существованием большого количества элементов активов, которые формируются за счет оборотного капитала, необходимого для индивидуализации управления. Важность обусловлена и высокой динамикой трансформации видов оборотных активов; высокой существенной ролью в обеспечении платежеспособности, рентабельно-

стью и других целевых результатов финансовой деятельности предприятия. Основные этапы управления оборотными активами предприятия являются стандартизированными для всех предприятий, независимо от размеров, форм собственности и области функционирования (рис. 1).

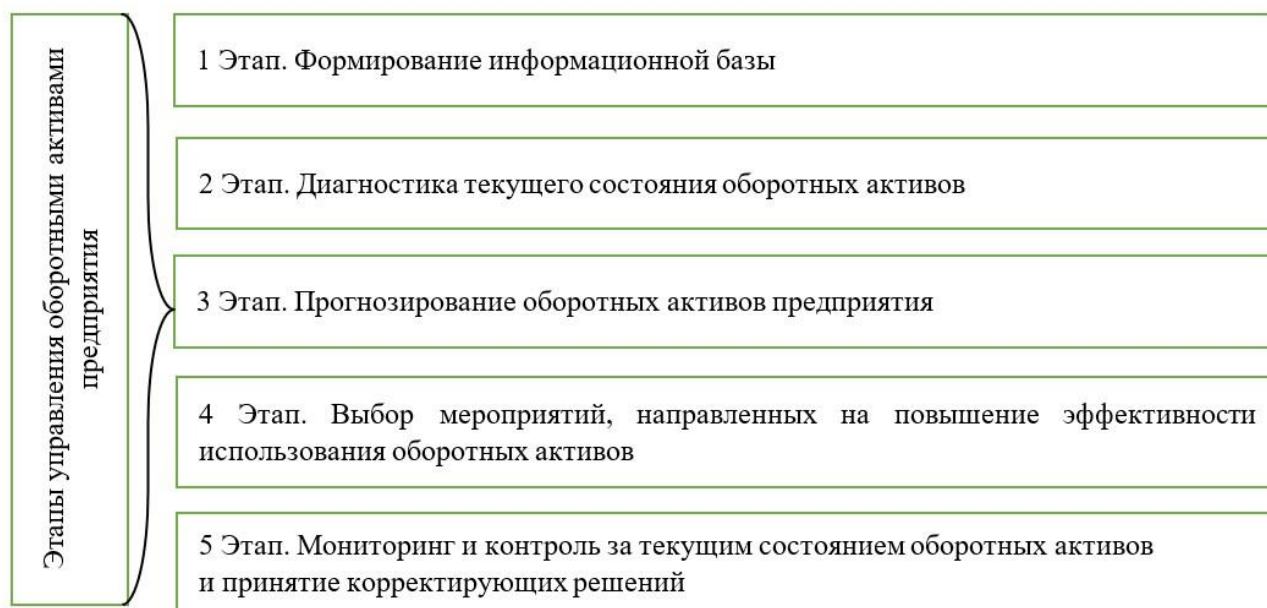


Рис. 1 – Этапы управления оборотными активами предприятия

На первом этапе проводится формирование информационной базы для проведения анализа оборотных активов в процессе управления ими. К источникам информации для проведения анализа можно отнести данные внутренней и внешней среды организации [6].

На втором этапе проводится анализ финансовой отчетности предприятия, а именно динамики периода оборота оборотных активов и их состава. Анализ состава оборотных активов предприятия по отдельным их видам позволяет оценить уровень их ликвидности [4].

Одной из главных проблем в осуществлении управления оборотными активами является определение необходимого их объема и оптимального состава, способного обеспечить бесперебойность производственного процесса. Такие проблемы решаются путем прогнозирования его оптимального объема (этап три). Прогнозирование выступает основной составляющей управления предприятием. Прогнозирование оборотных активов организации позволяет выявить существенные недостатки в управлении ими, решение которых состоит в: а) формировании оптимальной структуры активов достаточного объема и необходимого состава, обеспечивающего заданные темпы развития операционной деятельности; б) обеспечении постоянной платежеспособности организации в результате поддержания достаточного уровня ликвидности активов.

Выбор мероприятий, направленных на повышение эффективности использования оборотных активов, проводится на четвертом этапе. Финансирование оборотных средств происходит в момент организации предприятия, когда создается так называемый стартовый оборотный капитал. В дальнейшем пополнение оборотных средств, авансируемых на возобновление производственного цикла, может осуществляться за счет собственных источников, полученных предприятием в процессе его деятельности, и главным образом за счет полученной прибыли. Помимо собственных средств могут использоваться и заемные, чаще всего они покрывают временную дополнительную потребность предприятия в средствах.

Мониторинг и контроль за текущим состоянием оборотных активов и принятие соответствующих корректирующих решений осуществляется на пятом этапе. Цель указанных действий – регулярное отслеживание состояния оборотных активов для раннего выявления и решения проблем, которые могут повлиять на финансовую деятельность предприятия.

Указанные этапы являются общими для всех видов оборотных активов. Чтобы получить более специализированную и ценную с практической точки зрения информацию, следует анализировать управление оборотными активами разных видов. Поскольку цели и характер управления отдельными видами оборотных активов, сформированных за счет операционного капитала, имеют существенные отличительные черты. Для решения данной задачи проведем анализ и прогнозирование оборотных активов предприятия.

В рамках данного исследования проведем анализ оборотных активов на примере предприятия сельскохозяйственной отрасли Белгородской области.

Белгородская область является одним из основных субъектов России, которые являются поставщиком сельскохозяйственной продукции. Особенностью развития сферы аграрного производства в регионе является наличие не только крупных сельскохозяйственных товаропроизводителей, но интегрированных структур, которые специализируются на различных направлениях как непосредственно сельскохозяйственной продукции, так и её переработки [3]. В 2024 году, несмотря на непростую оперативную ситуацию в Белгородской области, предприятия агропромышленного комплекса продолжают обеспечивать продовольственную безопасность области и страны. Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур составил 2,3 млн тонн. Белгородские аграрии собрали 2,3 млн тонн зерновых и зернобобовых культур с урожайностью 39,6 ц/га. Озимая пшеница убрана с 322,3 тысячи га, намолочено 1 250,1 тысячи тонн с урожайностью 38,8 ц/га. Урожай яровой пшеницы получен с 68,7 тысячи га, намолочено 238,6 тысячи тонн с урожайностью 34,7 ц/га, уточняется в сообщении.

Анализ и прогнозирование управлением оборотными активами проведем на основании форм отчетности ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг. средствами MS Excel. ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» является сельскохозяйственной организацией, работающей на территории Белгородской области. Почвенный покров ООО «АВАНГАРД-

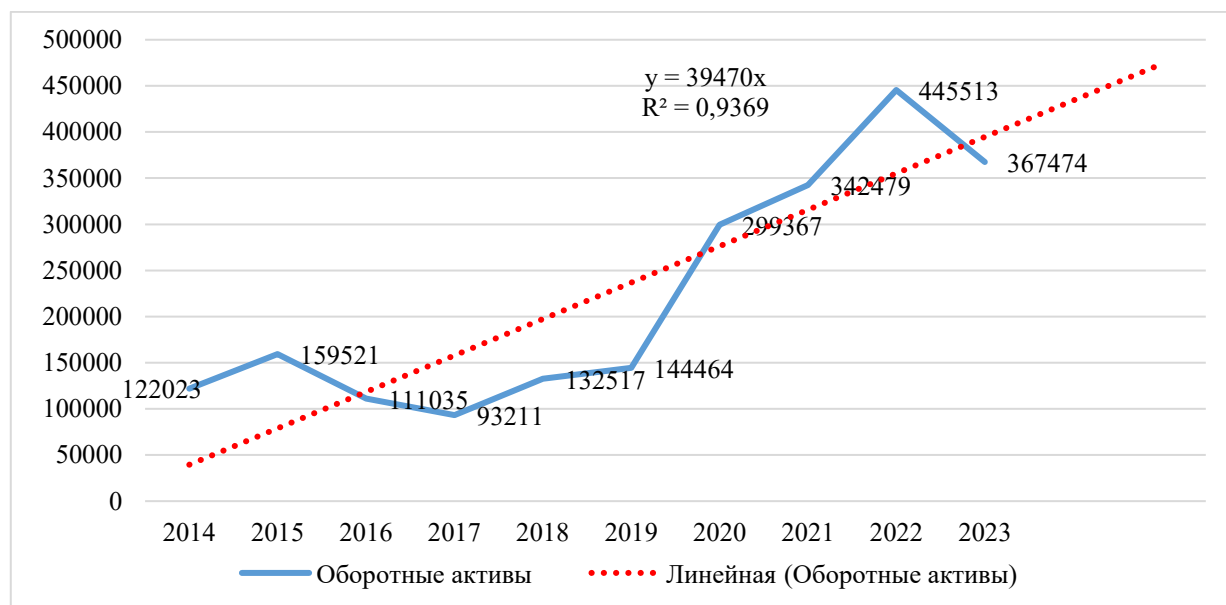
АГРО-Белгород» представлен в основном чернозёмами типичными и выщелоченными тяжелосуглинистого механического состава. По ботанико-географическому районированию хозяйство отнесено к южной части лесостепной зоны, для которой характерно наличие лесов в виде небольших массивов и степной травянистой растительности. Производственное направление ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород»: выращивание зерновых, технических и прочих сельскохозяйственных культур.

В таблице 1 представлены исходные данные для прогнозирования оборотных активов ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг.

**Таблица 1 – Исходные данные для прогнозирования оборотных активов
ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг.**

Период	Показатели				
	Объем оборотных средств, тыс. руб.	Коэффициент текущей ликвидности	Доля оборотных активов в общем объеме активов, %	Коэффициент оборачиваемости запасов	Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности
2014	122023	1,45	75,89	1,11	1,44
2015	159521	4,90	55,07	4,68	1,21
2016	111035	2,18	46,03	1,08	2,31
2017	93211	1,81	41,51	0,76	15,49
2018	132517	1,08	44,09	0,97	1,63
2019	144464	1,27	46,28	0,99	2,13
2020	299367	1,71	52,10	1,81	0,81
2021	342479	2,63	55,11	2,25	1,10
2022	445513	2,75	61,49	0,71	0,45
2023	367474	7,79	57,43	0,51	0,53

Имеющиеся статистические данные представлены с одинаковыми интервалами между точками данных, что позволяет прогнозировать значения и определять тенденции изменений финансовых показателей с достаточной точностью. Проанализируем объем оборотных активов ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» и спрогнозируем значение выбранного показателя на прогнозный период с помощью линейного тренда. (рис. 2).



**Рис. 2 – Динамика и прогнозирование объема оборотных средств
ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг.**

Из рисунка 2 видно, что наблюдается увеличение суммы оборотных активов в 2023 г. по сравнению с 2014 г. (с 122023 тыс. руб. в 2014 году до 367474 тыс. руб. в 2023 году), что является положительным для деятельности предприятия, потому что увеличение объема оборотных активов указывает на расширение производства, улучшения финансовой деятельности и повышение возможности предприятия погасить свои обязательства. Линейная линия тренда подтверждает это и свидетельствует о дальнейшем росте объема оборотных активов предприятия. Коэффициент детерминации составляет 0,7277, что свидетельствует о высокой адекватности и достоверности модели.

На следующем этапе проанализируем коэффициент текущей ликвидности ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг., поскольку именно данный показатель характеризует общий уровень достаточности оборотных активов, необходимых для своевременного погашения текущих долгов, а также позволяет увидеть возможные негативные последствия в будущем через ухудшение значения и недостаточность оборотных активов для погашения текущих долгов.

На рис. 3 приведена динамика коэффициента текущей ликвидности ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг. и тренда за 2014-2023 гг.

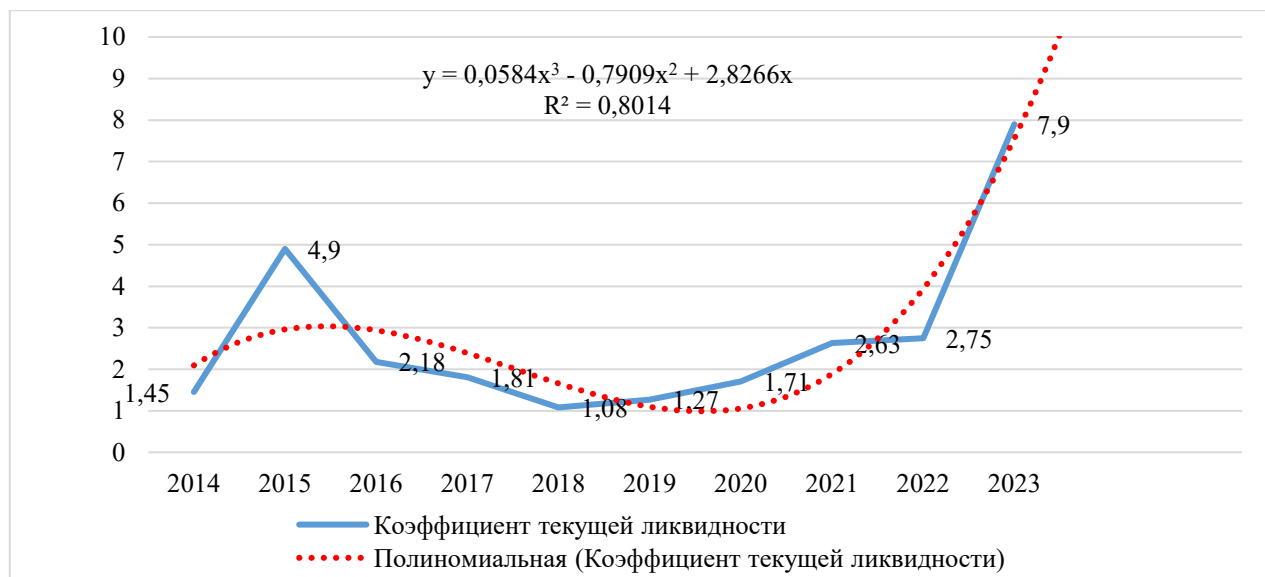


Рис. 3 – Динамика и прогнозирование коэффициента текущей ликвидности ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг.

Из рисунка 3 видно, что коэффициент текущей ликвидности (коэффициент покрытия), который показывает, сколько денежных единиц оборотных активов приходится на каждую денежную единицу краткосрочных обязательств, имеет нестабильную динамику, то есть в период 2015-2022 гг. была ниспадающая динамика коэффициента (с 4,9 в 2015 г. до 2,75 в 2022 г.), в дальнейшем динамика изменилась в обратную сторону и можно наблюдать рост показателя в 2023 г.

Коэффициент текущей ликвидности является важным показателем для оценки управления оборотными активами на предприятии, потому что может свидетельствовать об эффективности управления оборотными активами, способность предприятия своевременно погашать свою задолженность, привлекательность для инвесторов и кредиторов, поэтому важно проанализировать динамику и прогнозное значение для дальнейших выводов и принятия решений. Значение коэффициента в 2023 г. превышает нормативное значение, что свидетельствует о неэффективном использовании денежных средств предприятием. Но для прогноза с помощью полиномиальной линии тренда 3-й степени, где погрешность аппроксимации составляет 0,8031, было обнаружено, что в дальнейшем возможно увеличение значения показателя текущей ликвидности, что может привести к ухудшению структуры оборотных средств.

Следующим шагом целесообразно проанализировать долю оборотных активов в общем объеме активов предприятия, сделать анализ и построить линию тренда (рис. 4).

Преобладание и увеличение в динамике доли оборотных активов свидетельствуют о формировании достаточно мобильной структуры имущества, а также способствует ускорению оборачиваемости совокупных активов предприятия и поддержанию достаточного уровня ликвидности активов. Исследуемое предприятие имеет мобильную структуру имущества, так как доля оборотных активов составляет менее 60 % в 2023 г. Прогноз показал, что прогнозируемом периоде будет наблюдаться уменьшение доли оборотных активов в общем объеме активов предприятия.

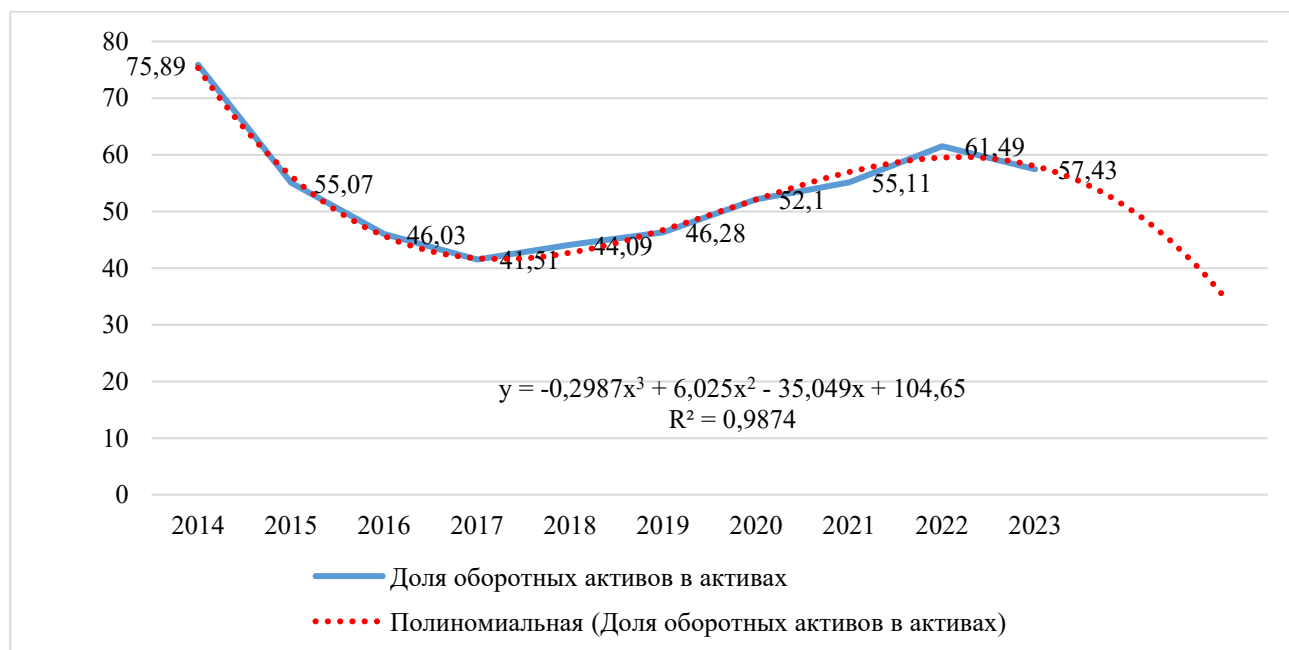


Рис. 4 – Динамика и прогнозирование доли оборотных активов в общем объеме активов ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг.

Проведем анализ коэффициента оборачиваемости запасов, отражающий скорость превращения запасов из материальной формы в деньги и в целом процесс их обновления, служит показателем эффективности деятельности предприятия в сферах закупки сырья, производства и сбыта готовой продукции (рис. 5).

Коэффициент оборачиваемости запасов используется для определения того, насколько эффективно предприятие управляет своими запасами, товарами или сырьем, хранящимися на складе перед их поставкой или производством продукции. Исходя из динамики и построенной линии тренда (рис. 5), можно увидеть, что динамика в течение 2015-2020 гг. была отрицательной, потому что коэффициент уменьшился (с 4,78 в 2015 г. до 0,99 в 2020 г.), что может свидетельствовать о снижении эффективности управления запасами.

С 2021 г. динамика улучшилась, о чем свидетельствует повышение значения коэффициента до 2,25, а затем значение коэффициента снизилось, что является положительной тенденцией, при этом линия тренда прогнозирует увеличение значения показателя в будущем.

Уменьшение коэффициента оборачиваемости запасов в динамике может свидетельствовать об увеличении объемов незапланированных запасов, что может быть связано с некоторыми проблемами с производством, снабжением или уменьшением спроса на товары; уменьшением производительности использования запасов или изменениями в стратегии производства, что может в будущем помочь снизить затраты на хранение и оборачиваемость запасов.

Далее проанализируем коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности с целью выяснить эффективность политики кредитования покупателей за счет получения отсрочки по оплате товаров и услуг (рис. 6).

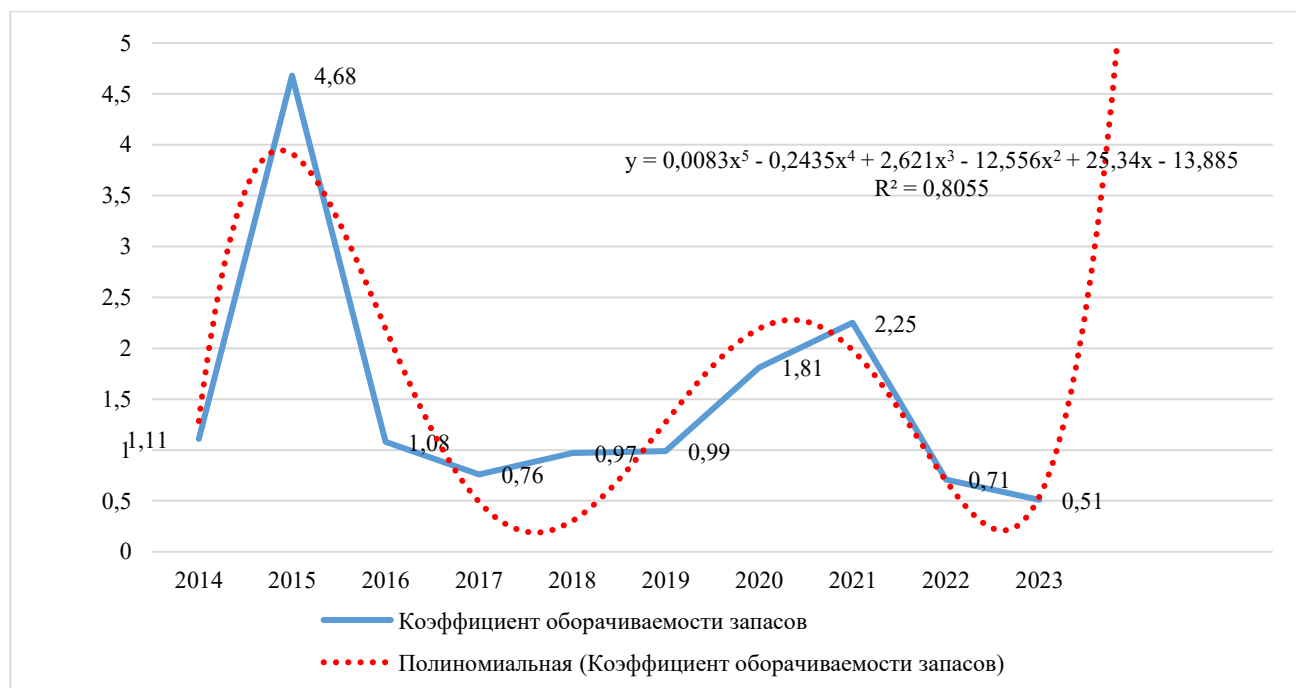


Рис. 5 – Динамика и прогнозирование коэффициента оборачиваемости запасов ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2021-2023 гг.

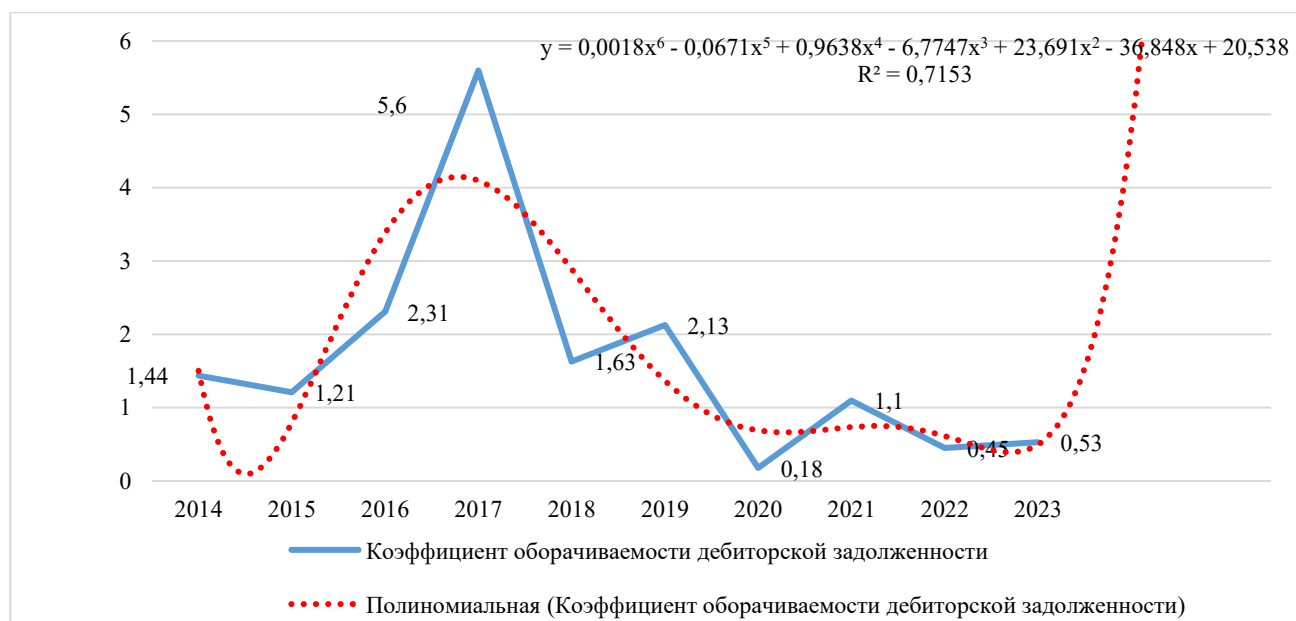


Рис. 6 – Динамика и прогнозирование коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности ООО «АВАНГАРД-АГРО-Белгород» за 2014-2023 гг.

Из рис. 6 можно увидеть, что данный коэффициент в 2017 г. имеет наибольшее значение, а в 2023 г. значение коэффициента уменьшилось до 0,53 оборотов, что является свидетельством проблем с управлением дебиторской задолженностью, что может быть связано с увеличением сроков оплат, неэффективным взысканием долгов или снижением способности клиентов вовремя платить свои долги, что может увеличить риск неплатежеспособности предприятия. Об уменьшении показателя в будущем свидетельствует и экспоненциальная линия тренда, где погрешность аппроксимации составляет 0,7153.

Для увеличения эффективности деятельности предприятия и соответственно значение коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности целесообразно устанавливать конкретные сроки возврата платежей, проверять платежеспособность контрагентов более подробно, применять услуги страхования для уменьшения риска неплатежеспособности клиентов, проводить систематический мониторинг и анализ показателя для предупреждения уменьшения в будущем и внедрения необходимых мероприятий.

После проведения анализа финансовых показателей и определения тенденций их изменений в будущем целесообразно проанализировать эти направления и предложить пути для повышения эффективности использования оборотных активов на предприятии, потому что это является ключевым для достижения финансовой стабильности и удачной хозяйственной деятельности предприятия.

Таким образом, построение моделей по методу временных рядов с помощью линии тренда позволяет провести анализ динамики и оценить прогнозную тенденцию финансовых показателей предприятия, что позволит определить проблемы, имеющиеся в деятельности и устранить их посредством внедрения управленческих процессов, направленных на улучшение в целом финансового состояния предприятия, управление оборотными активами, а также ликвидности и платежеспособности предприятия.

Прогнозирование позволяет предприятию разрабатывать стратегические планы на будущее, принимать обоснованные решения о возможных изменениях значений показателей и вносить коррективы в свою стратегию, исходя из расчетов, а также повысить эффективность управления оборотными активами.

Одним из самых эффективных инструментов управления является оптимизация бизнес-процессов предприятия. Бизнес-процесс определяется как логически заверченный набор взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, поддерживающих деятельность предприятия, и реализует ее политику, направленную на достижение установленных целей.

Для моделирования бизнес-процессов используются разные методы. Одним из наиболее распространенных методов моделирования бизнес-процессов является метод функционального моделирования SADT (IDEF0). Основным принципом данного подхода является структуризация деятельности предприятия в соответствии с его бизнес-процессом, представляющим собой совокупность правил и процедур, предназначенным для построения функциональной модели объекта любой предметной области.

Функциональная модель SADT отображает функциональную структуру объекта, то есть действия, которые он совершает, и связи между этими действиями. IDEF0 – модель дает возможность получить точную спецификацию всех операций и действий, которые проходят в бизнес-процессе, а также характер взаимосвязи между ними.

Для IDEF0 имеет значение сторона процесса и связанная с ней стрелка [9]:

слева входящая стрелка – вход бизнес-процесса – информация (документ), который будет преобразован в ходе выполнения процесса;

справа исходящая стрелка – выход бизнес-процесса – преобразованная информация;

сверху входящая стрелка – управление бизнес-процесса – информация или документ, определяющий, как должен выполняться бизнес-процесс, как должно происходить преобразование входа в выход;

снизу входящая стрелка – механизм бизнес-процесса – то, что превращает вход в выход: сотрудники или техника. Считается, что за один цикл процесса не происходит смены механизма.

Первым этапом моделирования является построение функциональной модели AS-IS. Модель AS-IS – это модель «как есть», то есть модель уже существующего процесса или функции. Анализ процессов является обязательной частью любого проекта создания или развития системы. Построение функциональной модели AS-IS позволяет четко зафиксировать, какие процессы осуществляются на предприятии, какие информационные объекты используются при выполнении функций разного уровня детализации.

Сложившиеся при этом блоки диаграммы между собой связаны последовательными действиями, позволяющими наглядно проиллюстрировать движение информационных потоков.

Целью совершенствования процесса управления оборотными активами разработана контекстная диаграмма, которая представлена на рис. 7.

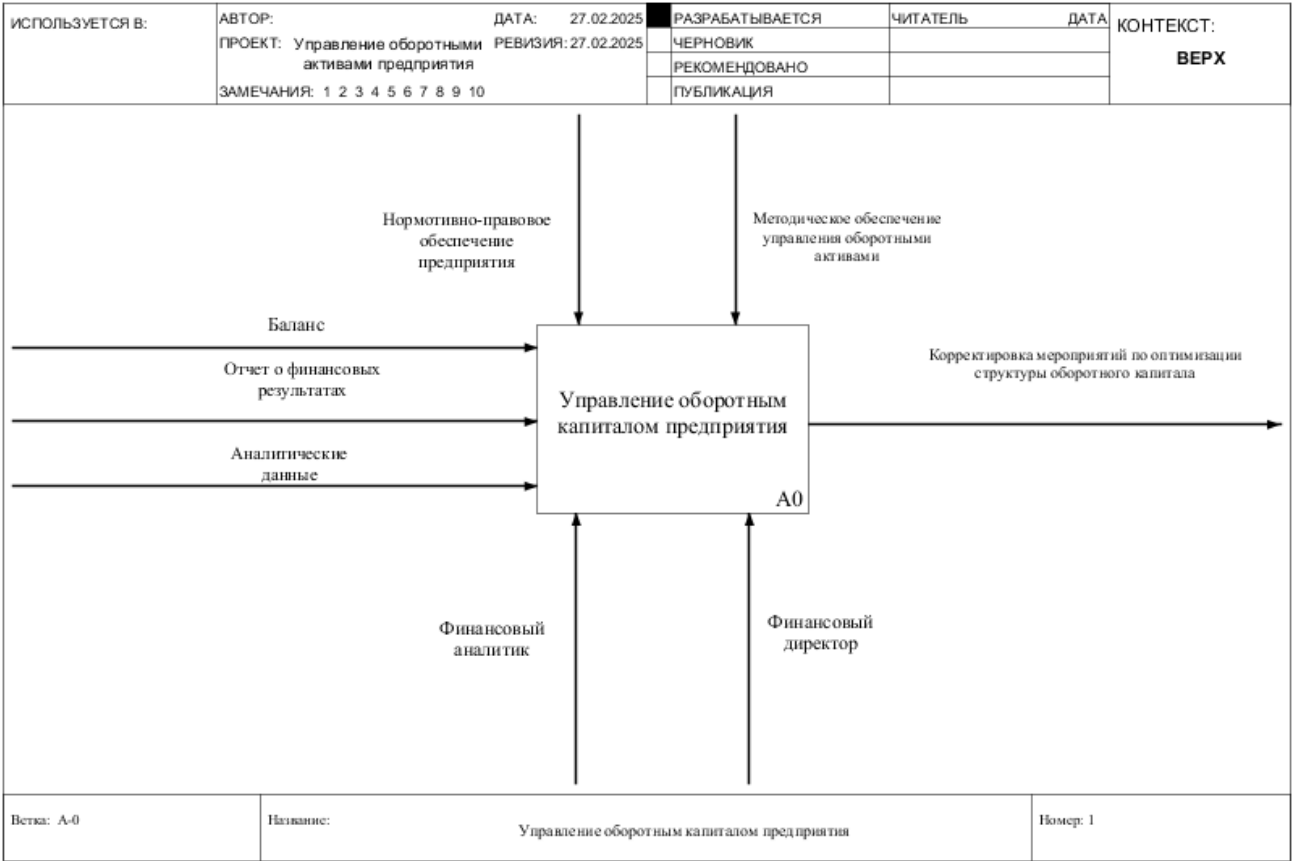


Рис. 7 – Контекстная диаграмма по управлению оборотными активами предприятия

Из рисунка 7 видно, что центральный блок контекстной диаграммы содержит задачи данной модели, а именно «Управление оборотными активами предприятия».

Исходная информация модели представлена финансовой отчетностью предприятия (форма «Баланс» и форма «Отчет о финансовых результатах») и аналитическими данными. Именно с помощью данной информации проводится анализ системы управления оборотными активами предприятия [7].

Методическое обеспечение моделируемого процесса включает нормативно-правовую базу и методического обеспечение анализа системы управления оборотными активами предприятия. На предприятии в анализе системы управления оборотными активами принимают участие финансовый аналитик и финансовый директор.

Второй этап моделирования заключается в создании контекстной декомпозиции диаграммы (рис. 8), результатом чего является диаграмма, отражающая структуру, то есть совокупность этапов процесса, отображенного контекстной диаграммой.

На первом этапе контекстной декомпозиции по управлению оборотными активами предприятия проводится оценка их состава и структуры. Данный анализ проводится с целью разработки управленческих решений, направленных на повышение эффективности использования и управления оборотными активами предприятия. Вторым этапом является расчет показателей состояния и эффективности использования оборотных активов предприятия. Третьим этапом является расчет показателей способности предприятия своевременно выполнять свои финансовые обязательства и определение, насколько легко предприятие может превратить свои активы в наличные денежные средства.

Последним этапом является разработка комплекса мероприятий, направленных на повышение эффективности использования оборотных активов.

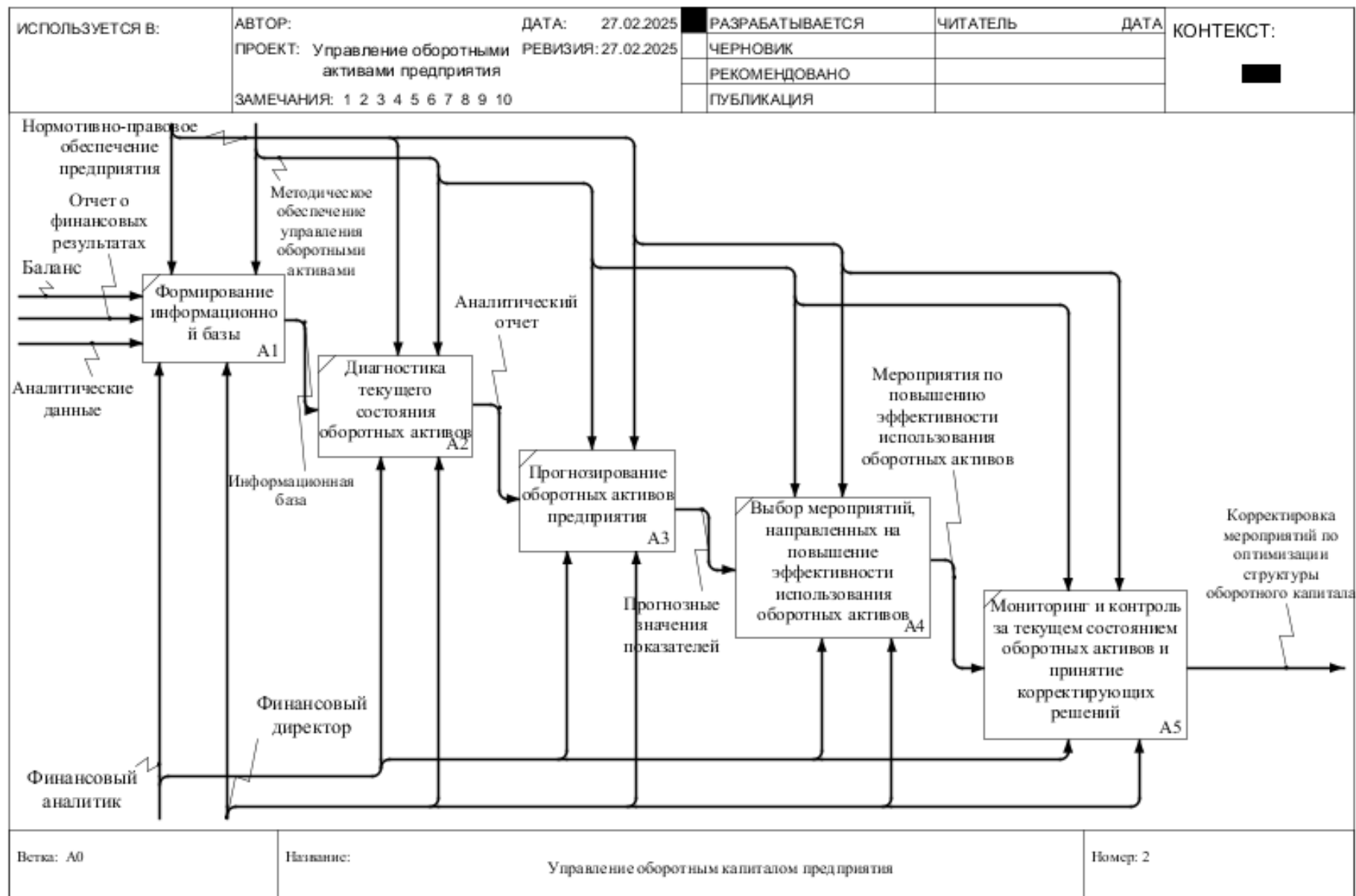


Рис. 8 – Декомпозиция диаграммы процесса «Управления оборотными активами предприятия»

Сложившиеся при этом блоки диаграммы между собой связаны последовательными действиями, позволяющими наглядно проиллюстрировать движение информационных потоков. Следует отметить, что в результате реализации технологии будет сформирован отчет о результатах исследования системы управления оборотными активами на предприятии.

Таким образом, подводя итог, следует отметить, что управление оборотными активами является целенаправленной деятельностью, связанной с определением объема, контролем за их формированием и использованием.

В рамках проведенного исследования был проведен анализ и прогнозирование оборотных активов на основе форм отчетности, что позволило выявить тенденции изменения показателей и проанализировать факторы, вызвавшие на эти изменения.

Разработанная структурно-функциональная модель управления оборотными активами предприятия, предусматривающая проведение комплексного анализа текущего состояния оборотных активов организации, акцентирует свое внимание на показателях ликвидности, состава и структуры оборотных активов, состояния и эффективности использования оборотных средств.

Построенная модель по повышению эффективности управления оборотными активами показывает, каким образом можно улучшить процесс управления с целью достижения определенных целей и улучшения имеющихся результатов, что позволит снизить затраты и повысить эффективность использования оборотных активов.

Библиография

1. Воробьева Е.И. Теоретические и практические аспекты управления активами организации / Е. И. Воробьева, О. Г. Блажевич // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2023. – № 3(64). – С. 5–21.
2. Голованева Е.А. Оборотные активы в оценке деятельности сельскохозяйственных предприятий Белгородской области: монография / Е. А. Голованева, Е. А. Базовкина, Ж. А. Ульянова // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 126.
3. Здоровец Ю.И. Оценка экономической эффективности сельскохозяйственного производства Белгородской области / Ю. И. Здоровец, Е. В. Нежелченко, Л. Н. Груздова // Региональная экономика и управление. – № 3(75). – Текст: электронный. – URL: <https://eeregion.ru/article/7512/> (дата обращения: 25.02.25).
4. Корытко Т.Ю. Управление оборотными средствами промышленного предприятия / Т. Ю. Корытко // Научный вестник Полтавского университета экономики и торговли. – 2013. – № 2(28).
5. Наседкина Т.И. Управление дебиторской задолженностью и ее влияние на финансовое состояние предприятия / Т. И. Наседкина, А. И. Черных, И. А. Демешева. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 144 с.
6. Решетняк Л.А. Формирование отчета о финансовых результатах и его совершенствование / Л. А. Решетняк, С. Л. Кучерявенко // Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий : Материалы XVIII Международной научно-производственной конференции, Белгород, 26–27 мая 2014 года. – Белгород : Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я. Горина, 2014. – С. 267.
7. Шульга Н.Н. Подходы к формированию финансовой отчетности коммерческих и некоммерческих организаций в соответствии с регламентациями МСФО / Н. Н. Шульга, О. А. Жуковина // Развитие экономической науки в условиях формирования глобального цифрового общества : Материалы международной научно-практической конференции, в 2 ч., Белгород, 17–18 марта 2020 года. Том 1. – Белгород : Автономная некоммерческая организация высшего образования «Белгородский университет кооперации, экономики и права», 2020. – С. 153–163.
8. Chang Ch. Cash conversion cycle and corporate performance: Global evidence // International Review of Economics & Finance. – 2018. – Vol. 56. – P. 568–581. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2017.12.014>.
9. Korytko T. Improvement of tax policy of territorial communities in the context of budget decentralization / T. Korytko, O. Kruk // Technology audit and production reserves. – 2018. – Vol. 5, № 5(43). – P. 25–29. – DOI 10.15587/2312-8372.2018.145440.
10. Mardones J.G. Working capital management and business performance: evidence from Latin American companies // Economic Research-Ekonomska Istraživanja. – 2022. – Vol. 35, Iss. 1. – P. 3189–3205.

References

1. Vorobyova E.I. Theoretical and practical aspects of asset management of an organization / E. I. Vorobyova, O. G. Blazhevich // Scientific Bulletin: finance, banks, investments. – 2023. – № 3(64). – Pp. 5–21.
2. Golovaneva E.A. Current assets in the assessment of the activities of agricultural enterprises of the Belgorod region: monograph / E. A. Golovaneva, E. A. Bazovkina, Zh. A. Ulyanova // Ministry of Agriculture of the Russian Federation, FGBOU VO Belgorod SAU. – Belgorod : FGBOU VO Belgorod SAU, 2024. – Pp. 126.
3. Zdorovets Yu.I. Assessment of the economic efficiency of agricultural production in the Belgorod region / Yu. I. Zdorovets, E. V. Nezhelchenko, L. N. Gruzдова // Regional Economics and Management. – № 3(75). – Text: electronic. – URL: <https://eeregion.ru/article/7512/> (access date: 25/02/2025).
4. Korytko T.Yu. Management of working capital of an industrial enterprise / T. Yu. Korytko // Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. – 2013. – № 2(28).
5. Nasedkina T.I. Accounts receivable management and its impact on the financial condition of the enterprise / T. I. Nasedkina, A. I. Chernykh, I. A. Demesheva. – Belgorod : Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, 2022. – 144 p.
6. Reshetnyak L.A. Formation of the report on financial results and its improvement / L. A. Reshetnyak, S. L. Kucheryavenko // Problems and prospects of innovative development of agricultural engineering, energy efficiency and IT technologies: Proceedings of the XVIII International Scientific and Production Conference, Belgorod, May 26-27, 2014. – Belgorod : Belgorod State Agricultural Academy named after V.Ya. Gorin, 2014. – Pp. 267.
7. Shulga N.N. Approaches to the formation of financial statements of commercial and non-profit organizations in accordance with IFRS regulations / N. N. Shulga, O. A. Zhukovina // Development of economic science in the context of the formation of a global digital society: Proceedings of the international scientific and practical conference, in 2 parts, Belgorod, March 17–18, 2020. Volume 1. – Belgorod : Autonomous non-profit organization of higher education «Belgorod University of Cooperation, Economics and Law», 2020. – P. 153–163.

8. Chang Ch. Cash conversion cycle and corporate performance: Global evidence // *International Review of Economics & Finance*. – 2018. – Vol. 56. – P. 568–581. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2017.12.014>.
9. Korytko T. Improvement of tax policy of territorial communities in the context of budget decentralization / T. Korytko, O. Kruk // *Technology audit and production reserves*. – 2018. – Vol. 5, № 5(43). – P. 25–29. – DOI 10.15587/2312-8372.2018.145440.
10. Mardones J.G. Working capital management and business performance: evidence from Latin American companies // *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*. – 2022. – Vol. 35, Iss. 1. – P. 3189–3205.

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.

Корытко Татьяна Юрьевна, 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.

Korytko Tatyana Yurievna, 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.

Руководство для авторов

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3-1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см, формат – книжный. Разделять текст на колонки не следует. Если статья была или будет отправлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200-250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и (или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, 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@belgau.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@belgau.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 intensivnyh tekhnologij vozdeleyvaniya zernovyh kul'tur v CCHZ / N.A. Sidel'nikova, L.G. Gavrilenko // Sbornik nauchnyh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.