



# Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№1 (29) 2021

# **Инновации в АПК: проблемы и перспективы**

Теоретический и научно-практический журнал

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

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

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

**Издаётся с 2013 года**

**Выходит один раз в квартал**

**Выпуск 1 (29)  
2021 г.**

**п. Майский  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
2021**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

**Заместители главного редактора - Дорофеев А.Ф.,** д. э. н., доцент

**Члены редакционной коллегии:**

**Азаров В.Б.,** д. с.-х. н., профессор;

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

**Аничин В.Л.,** д. э. н., профессор;

**Афоничев Д.Н.,** д. тех. н., профессор;

**Бабинцев В.П.,** д. фил. н., профессор;

**Вендин С.В.,** д. тех. н., профессор;

**Гончаренко О.В.,** к. э. н., доцент;

**Груздова Л.Н.,** к. э. н., доцент;

**Гурин А.Г.,** д. с.-х. н., профессор;

**Демидова А.Г.,** к. с.-х. н., доцент;

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

**Колесников А.С.,** к. тех. н., доцент;

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

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

**Коцарева Н.В.,** д. с.-х. н., доцент;

**Лебедев А.Т.,** д. тех. н., профессор;

**Лицуков С.Д.,** д. с.-х. н., профессор;

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

**Меделяева З.П.,** д. э. н., профессор;

**Муравьев А.А.,** к. с.-х. н., доцент;

**Мязин Н.Г.,** д. с.-х. н., профессор;

**Наседкина Т.И.,** д. э. н., профессор;

**Наумкин В.Н.,** д. с.-х. н., профессор;

**Пастухов А.Г.,** д. тех. н., профессор;

**Поливаев О.И.,** д. тех. н., профессор;

**Растопчина Ю.Л.,** к. э. н., доцент;

**Саенко Ю.В.,** д. тех. н., доцент;

**Сидоренко О.В.,** д. э. н., доцент;

**Скuryтин Н.Ф.,** д. тех. н., профессор;

**Смуrow С.И.,** к. с.-х. н.;

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

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

**Токарь Е.В.,** д.э.н., профессор

## НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

**Члены научно-редакционного совета:**

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

**Вереновска А.,** PhD э. н. (Польша);

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

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

**Леммер А.Дж.,** д. с.-х. н. (Германия);

**Простенко А.Н.,** к. э. н. (Россия);

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

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

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

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

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

**Яска Е.,** PhD э. н. (Польша).

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

ISSN – 2311–9535

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

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

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

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
- 05.20.02** – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
- 05.20.03** – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
  
- 06.01.01** – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.04** – Агрохимия (сельскохозяйственные науки);
  
- 08.00.05** – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки);
- 08.00.10** – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки);
- 08.00.12** – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки).

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

#### **Адрес редакции и издателя журнала**

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

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 29.03.2021 г., дата выхода в свет 10.04.2021 г.

Усл. п.л. 24,9. Тираж 1000 экз. Заказ № 1789. Свободная цена.

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

Тел. +7-910-360-14-99.

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

# **Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives**

Theoretical, research and practice journal

Founder:

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”**

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

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

**Published since 2013**

**Issued once per quarter**

**Release 1 (29)  
2021**

**Maysky  
FSBEI HE Belgorod SAU  
2021**

## **EDITORIAL STAFF**

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

**Deputy editors - Dorofeev A.F.**, Dr. Econ. Sci., as. professor

### **Members of Editorial Staff:**

**Azarov V.B.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Andrianov E.A.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Anichin V.L.**, Dr. Econ. Sci., professor;

**Afonichev D.N.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Babintsev V.P.**, Dr. Phil. Sci., professor;

**Vendin S.V.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Goncharenko O.V.**, Cand. Econ. Sci., as. prof.;

**Gruzdova L.N.**, Cand. Econ. Sci., as. prof.;

**Gurin A.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Demidova A.G.**, Cand. Agr. Sci., as. prof.;

**Zaporozhtseva L.A.**, Dr. Econ. Sci., professor;

**Kolesnikov A.S.**, Cand. Tech. Sci., as. prof.;

**Kolomeichenko A.V.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Kotliarova E.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Kotsareva N.V.**, Dr. Agr. Sci., as. prof.;

**Lebedev A.T.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Litsukov S.D.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Lomazov V.A.**, Dr. Phys.-math. Sci., prof.;

**Medeliev Z.P.**, Dr. Econ. Sci., professor;

**Muravyov A. A.**, Cand. Agri. Sci., as. prof.;

**Myazin N.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Nasedkina T.I.**, Dr. Econ. Sci., professor;

**Naumkin V.N.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Pastukhov A.G.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Polivaev O.I.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Rastopchina Y.L.**, Cand. Econ. Sci., as. prof.;

**Saenko Yu.V.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Sidorenko O.V.**, Dr. Econ. Sci., as. prof.;

**Skuriatin N.F.**, Dr. Tech. Sci., professor;

**Smurov S.I.**, Cand. Agr. Sci.; as. prof.;

**Siolyarov O.V.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Stupakov A.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Tokar E.V.**, Dr. Econ. Sci., professor

## **EDITORIAL BOARD**

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

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

### **Members of Editorial Board:**

**Bondarenko L.V.**, Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);

**Werenowska A.**, PhD in economics (Poland);

**Erokhin M.N.**, Dr. Tech. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);

**Kolesnikov A.V.**, Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia);

**Lemmer A.J.**, Dr. Agr. Sci. (Germany);

**Prostenko A.N.**, Cand. Econ. Sci. (Russia);

**Savchenko E.S.**, Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);

**Turusov V.I.**, Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);

**Tur'ianskii A.V.**, Dr. Econ. Sci., professor (Russia)

**Uzhik V.F.** Dr. Tech. Sci., professor (Russia);

**Ushachev I.G.**, Dr. Econ. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);

**Jaska E.**, PhD in economics (Poland).

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

ISSN – 2311–9535

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

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

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

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

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

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

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

**01.06.04** - Agrochemistry (agricultural sciences),

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

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

**08.00.12** - Accounting, Statistics (Economic Sciences).

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

#### **Editorial board and journal publisher**

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

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

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

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

Signed for publication 29.03.2021, date of publication 10.04.2021.

Conventional printed sheet 24,9. Circulation 1000 copies Order № 1789. Free price

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

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>Р.Ю. Соловьев, А.В. Коломейченко, С.В. Черанев, И.В. Грибов</i> НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	9
<i>А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашиов, Д.Н. Бахарев</i> ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОИНЖЕНЕРИИ.....	17
<i>С.В. Вендин, В.А., Ю.В. Саенко, М.А. Семернина</i> ДРОБИЛКА ДЛЯ ЗЕРНА С КОМБИНИРОВАННОЙ ДРОБИЛЬНОЙ КАМЕРОЙ.....	27
<i>Е.П. Тимашиов</i> ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НА ОСНОВЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА.....	40
<i>А.А. Латышев, С.В. Вендин</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS LOGO 8 СЕРИИ BASIC ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПТИЧНИКЕ.....	46
<i>А.Н. Малахов, С.В. Вендин</i> КОНСТРУКЦИЯ УСТРОЙСТВА И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СВЧ ОБРАБОТКОЙ СЕМЯН НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЕ.....	51
<i>А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин</i> ЭЛЕКТРООЗОНАТОР ВОЗДУХА ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	57
<i>Д.Н. Бахарев</i> ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОТОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ ПРИ СТАЦИОНАРНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ.....	62
<i>М.И. Романченко</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ШИНЫ НА ОСНОВЕ ПЕРЕМЕННОЙ ЭПЮРЫ НОРМАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В СВОБОДНОМ И ВЕДУЩЕМ РЕЖИМАХ.....	74

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>А.Г. Гурин, Н.Ю. Ревин</i> ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И РОСТОВАЯ АКТИВНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЯБЛОНИ В САДАХ ПРИ ЗАДЕРЖЕНИИ МЕЖДУРЯДИЙ БОБОВО-ЗЛАКОВЫМИ ТРАВАМИ.....	88
<i>Н.М. Гончарова, Е.Д. Белокобыльская</i> ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЫКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ.....	93
<i>Е.В. Ковалёва, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин, О.С. Кузьмина</i> ВЛИЯНИЕ РАСПАШКИ НА ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ ЛУГОВО-СТЕПНОГО УЧАСТКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В РАЗНЫЕ СРОКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ.....	100
<i>Е.Г. Котлярова, В.Г. Грицина</i> ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА В ПОСЕВАХ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОЧЕТАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	108
<i>Е.В. Коваленко, Н.В. Коцарева</i> ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ВЫСОТУ РАСТЕНИЙ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГИБРИДОВ F <sub>1</sub> БОРЕЙ И F <sub>1</sub> ДАРИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР.....	117
<i>Муравьёв А.А.</i> СТРУКТУРА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ.....	122
<i>С.В. Резвякова, Д.С. Юдин</i> ЗАЩИТА НАСАЖДЕНИЙ ЧЁРНОЙ СМОРОДИНЫ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.....	129
<i>В.А. Сергеева, Л.В. Волощенко, А.В. Игнатова, С.Ю. Пенской, М.Н. Мырмыр</i> АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ НА СЕМЕНА В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	134

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

<i>В.Л. Аничин, Г.И. Худобина, Н.Ю. Яковенко</i> ТЕКУЧЕСТЬ КАДРОВ: ИЗМЕРЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ.....	142
<i>А.И. Добрунова, О.С. Акупиян, В.А. Ломазов, А.Н. Акупиян, Р.В. Капинос</i> ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	150
<i>Ю.А. Китаёв</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	167
<i>Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко</i> АНАЛИЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ.....	173
<b>Руководство для авторов.....</b>	193



## CONTENTS

### AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<b>R.Y. Solovyev, A.V. Kolomeichenko, S.V. Cheranov, I.V. Gribov</b> THE NEED FOR CREATION OF A DIESEL-ELECTRIC TRACKED TRACTOR FOR DIGITAL AGRICULTURE.....	9
<b>A.G. Pastukhov, E.P. Timashov, D.N. Baharev</b> GENERALIZED ASSESSMENT OF THE MAIN FACTORS IN DESIGNING MACHINERY AND TECHNOLOGIES IN AGROENGINEERING.....	17
<b>S.V. Vendin, Y.V. Saenko, M.A. Semernina</b> GRAIN CRUSHER WITH COMBINED CRUSHING CHAMBER.....	27
<b>E.P. Timashov</b> JUSTIFICATION OF MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM BASED ON ENGINE AND TRACTOR FLEET CHARACTERISTICS.....	40
<b>A.A. Latyshev, S.V. Vendin</b> APPLICATION OF BASIC SERIES SIEMENS LOGO 8 LOGICAL CONTROLLER TO CONTROL AIR PARAMETERS IN A HOUSE.....	46
<b>A.N. Malakhov, S.V. Vendin</b> DESIGN OF THE DEVICE AND METHOD OF CONTROL OF THE MICROWAVE PROCESSING OF SEEDS ON THE CONVEYOR BELT.....	51
<b>A.N. Manuilenko, S.V. Vendin</b> ELECTRIC AIR ZONATOR FOR LIVESTOCK ROOMS.....	57
<b>D.N. Baharev</b> SUBSTANTIATION OF ADVANCED CONTAINER TECHNOLOGY OF FLOW PROCESSING OF SEED CORN COBS WITH STATIONARY MECHANIZATION.....	62
<b>M.I. Romanchenko</b> SIMULATION OF TIRE POWER PARAMETERS BASED ON A VARIABLE PLOT OF NORMAL REACTIONS WHEN THE WHEEL IS ROLLING IN FREE AND DRIVING MODES.....	74

### INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<b>A. Gurin, N.Y. Revin</b> THE FOOD REGIME OF THE SOIL AND THE GROWTH ACTIVITY OF THE ROOT SYSTEM OF APPLE TREES IN ORCHARDS WHEN THE ROW SPACING IS BLACKENED WITH LEGUME-CEREAL GRASSES.....	88
<b>N.M. Goncharova, E.D. Belokobylskaya</b> THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE SEED PRODUCTIVITY OF LARGE-FRUITED PUMPKIN.....	93
<b>E.V. Kovalyova, I.Y. Vagurin, A.V. Akinchin, O.S. Kuzmina</b> IMPACT OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL FOREST STEPPE SOILS THROUGH KATENAS ROLLED.....	100
<b>E.G. Kotlyarova, V.G. Gritsina</b> WATER REGIME INDICATORS IN SOYBEAN CROPS DEPENDING ON THE COMBINATION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS .....	108
<b>N.V. Kotsareva, E.V. Kovalenko</b> EFFECT OF PRE-SOWING TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS ON PLANT HEIGHT AND PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF HYBRIDS F1 BOREAS AND F1 DARIUS IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION.....	117
<b>A.A. Muravyev</b> STRUCTURE OF PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES DEPENDING ON VEGETATION CONDITIONS.....	122
<b>S.V. Rezyyakova, D.S. Yudin</b> PROTECTION OF BLACKCURRANT PLANTINGS FROM WEEDS.....	129
<b>V.A. Sergeeva, L.V. Voloschenko, A.V. Ignatova, S.Y. Penskoj, M.N. Myrmyr</b> AGROTECHNICS OF CULTIVATION OF VEGETABLE BEANS FOR SEEDS IN THE CONDITIONS OF THE BELGOROD REGION.....	134

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

<b>V.L. Anichin, G.I. Khudobina, N.Y. Yakovenko</b> STAFF TURNOVER: MEASUREMENT AND CONTROL.....	142
<b>A.I. Dobrunova, O.S. Akupiyann, V.A. Lomazov, A.N. Akupiyann, R.V. Kapinos</b> TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF BIOGAS ENERGY IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE BELGOROD REGION.....	150
<b>Y.A. Kitaev</b> FEATURES OF DEVELOPMENT OF DAIRY CATTLE BREEDING IN RUSSIA AND ABROAD.....	167
<b>T.I. Nasedkina, A.I. Chernykh, O.V. Goncharenko</b> CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE ECONOMY AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE BELGOROD REGION.....	173
<b>Guidelines for authors.....</b>	193

# АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 62-523:62-529

*Р.Ю. Соловьев, А.В. Коломейченко, С.В. Черанев, И.В. Грибов*

## НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Аннотация.** В настоящее время существует многогранная актуальная проблема удовлетворения растущей потребности сельского хозяйства в современной качественной сельскохозяйственной технике. Мировое сельское хозяйство неуклонно движется к цифровому этапу своего развития. В начале 2000-х годов начался текущий этап «Эра цифровых технологий». Сейчас происходит формирование системы цифрового управления агропромышленного комплекса. В работе представлены этапы смены технологий в мировом сельском хозяйстве. Показана необходимость создания дизель-электрического гусеничного трактора с высокой степенью автоматизации, который будет востребован в современном «Цифровом сельском хозяйстве». Современная техника для агропромышленного комплекса должна оснащаться информационно-управляющими цифровыми, интеллектуальными системами, которые обеспечивают возможность управлять в комплексе машинно-тракторным агрегатом, что позволяет: перевести сельскохозяйственное производство на передовые цифровые, интеллектуальные производственные технологии; использовать системы удаленного мониторинга, контроля технического состояния и диагностики машинно-тракторного агрегата; повысить автоматизацию, производительность и качество выполняемых работ при производстве сельскохозяйственной продукции; выполнять все рабочие процессы с максимальной точностью, что способствует увеличению объема получаемого урожая и уменьшает затраты времени, средств и усилий на его производство; улучшить экономические показатели использования машинно-тракторного агрегата (снизить расходы на топливо-смазочные материалы и рабочие жидкости); снизить уровень профессиональных требований, предъявляемых к оператору; обеспечить выполнение требований по безопасности и защите окружающей среды. Приводятся: преимущества гусеничного движителя и электромеханической трансмиссии; функциональная схема и целевые индикаторы некоторых технических характеристик дизель-электрического гусеничного трактора с электромеханической трансмиссией для тягового класса 2; возможности и функции информационно-управляющих цифровых, интеллектуальных систем, которыми должен обладать дизель-электрический гусеничный трактор при цифровом ведении сельскохозяйственного производства. Для условий цифрового сельского хозяйства должна предусматриваться возможность управления высокотехнологичным гусеничным трактором в беспилотном режиме.

**Ключевые слова:** цифровое сельское хозяйство, трактор, гусеничный движитель, тяговый класс, интеллектуальные управляющие системы, беспилотное управление.

## THE NEED FOR CREATION OF A DIESEL-ELECTRIC TRACKED TRACTOR FOR DIGITAL AGRICULTURE

**Abstract.** There is currently a complex urgent problem in meeting the growing need for modern and high-quality agricultural machinery in farming. Global agriculture is steadily moving towards a digital phase of its development. In the early 2000s, the current phase of the digital age began. The digital management of the agro-industrial sector is now taking shape. The paper presents the stages of technology change in global agriculture. It shows the demand for the creation of a diesel-electric tracked tractor with a high degree of automation for modern digital agriculture. It is indicated that modern machinery for the agricultural complex should be equipped with information and management digital intelligent systems, which provide the ability to manage the tractor-implement unit in a complex, which allows: transfer of agricultural production to advanced digital intelligent production technologies; use systems for remote monitoring, control of technical condition and diagnostics of the tractor-implement unit; increase automation, productivity, and quality of work performed in the agricultural production; perform all work processes with maximum accuracy, which contributes to increasing the volume of the harvest and reduces the time, money and effort required for its production; improve the economic indicators of the tractor-implement unit use (reduce costs for fuel, lubricants, and working fluids); reduce the level of professional requirements to the operator; ensure compliance with safety and environmental protection requirements. The paper presents the advantages of the track laying system and electromechanical transmission; functional diagram and target indicators of some technical characteristics of a diesel-electric tracked tractor of traction class 2 with the electromechanical transmission; capabilities and functions of information and management digital intelligent systems, which should have a diesel-electric tracked tractor in the digital management of agricultural production. It is specified that for the conditions of digital agriculture the possibility of operation of a high-tech tracked tractor in unmanned mode should be provided.

**Keywords:** digital agriculture, tractor, tracked tractor, traction class, intelligent management systems, unmanned control.

**Введение.** В эпоху усиливающейся глобализации сельское хозяйство приобретает все большее значение. В первую очередь, резкий рост численности населения и связанное с этим повышение спроса на продовольственные продукты ставят перед сельхозтоваропроизводителями новые задачи. Они вынуждены заботиться о том, чтобы и в будущем производить достаточное количество продуктов питания, получая при этом прибыль.

Решение этой проблемы заключается в использовании точного земледелия. Чтобы как можно точнее обрабатывать землю и растения, сельскохозяйственная техника должна быть адаптирована к соответствующим особенностям почвы.

В настоящее время для достижения этих целей все мировые производители тракторов (John Deere, Claas, CNH и другие), а также прицепных и навесных агрегатов (Amazone, LEMKEN, KUNN и другие) оснащают свою технику информационно-управляющими цифровыми, интеллектуальными системами, которые обеспечивают возможность управлять в комплексе машинно-тракторным агрегатом, что позволяет: перевести сельскохозяйственное производство на передовые цифровые, интеллектуальные производственные технологии; использовать системы удаленного мониторинга, контроля технического состояния и диагностики машинно-тракторного агрегата; повысить автоматизацию, производительность и качество выполняемых работ при производстве сельскохозяйственной продукции; выполнять все рабочие процессы с максимальной точностью, что способствует увеличению объема получаемого урожая и уменьшает затраты времени, средств и усилий на его производство; улучшить экономические показатели использования машинно-тракторного агрегата (снизить расходы на топливо-смазочные материалы и рабочие жидкости); снизить уровень профессиональных требований, предъявляемых к оператору; обеспечить выполнение требований по безопасности и защите окружающей среды.

В Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года указывается, что производство сельскохозяйственной техники в денежном выражении должно увеличиться в 3 раза и составить примерно около 300 млрд. рублей; объем инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы должен возрасти до 10 млрд. рублей; экспорт российской продукции отрасли сельскохозяйственного машиностроения должен составить примерно около 100 млрд. рублей. В область распространения этой Стратегии среди прочей сельскохозяйственной техники, используемой при производстве основных видов продукции растениеводства, включая кормовые культуры, входят сельскохозяйственные тракторы (колесные и гусеничные) [1]. Структура рынка сельскохозяйственной техники на перспективу останется стабильной. В 2030 году сельскохозяйственные тракторы в объеме этого рынка должны будут занимать 27 процентов. Объем продаж сельскохозяйственных тракторов всех мощностей к 2021 году должен составить 46,7 млрд. рублей, к 2025 году - 57,7 млрд. рублей и к 2030 году - 71,5 млрд. рублей.

В 2019 г. в Российской Федерации было выпущено около 6 тыс. сельскохозяйственных тракторов, а в начале реформ в 1990 г. - 213,6 тыс. машин. За эти годы производство сельскохозяйственных тракторов снизилось более чем в 30 раз. С конца 1990-х гг. в Российской Федерации производится столько же тракторов, как в первые послевоенные годы в РСФСР. В связи с этим парк сельскохозяйственных тракторов в России характеризуется критической недооснащенностью и высокой степенью износа. Доля российских производителей в сегменте сельскохозяйственных тракторов с мощностью двигателя от 100 до 200 л.с. (среднего класса) даже с учетом крупноузловой сборки не превышает 10 процентов.

Сохранение и повышение плодородия почвы является основной задачей сельскохозяйственного производства в долгосрочной перспективе, так как определяет конкурентоспособность и рентабельность отраслей сельского хозяйства. В связи с этим наблюдается растущий спрос на ресурсосберегающие машинные технологии и технику, которые обеспечивают минимальное негативное воздействие на почву, в том числе этому будет способствовать более широкое использование сельскохозяйственных гусеничных тракторов. С учетом вышеизложенного в России назрела острая необходимость производства сельскохозяйственного трактора среднего класса для создаваемого «Цифрового сельского хозяйства» с использованием в его конструкции последних достижений научно-технического прогресса.

**Методы исследования.** Нормативной основой исследований являлись постановления Правительства Российской Федерации, иные документы, имеющие отношение к научно-технологическому развитию Российской Федерации, цифровой экономики, сельского хозяйства, сельскохозяйственного машиностроения, а также работы отечественных ученых в области тракторостроения и в области интеллектуализации сельскохозяйственной техники и беспилотного управления. В ходе исследования использовался комплексный анализ и синтез информации [2-4].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Сельское хозяйство развитых стран уже прошло несколько этапов смены технологий. В начале 2000-х годов начался текущий этап «Эра цифровых технологий» (рисунок 1). На данном этапе развития технологий требуется «умный» трактор, который органично встроится в новое «Цифровое сельское хозяйство» [5].

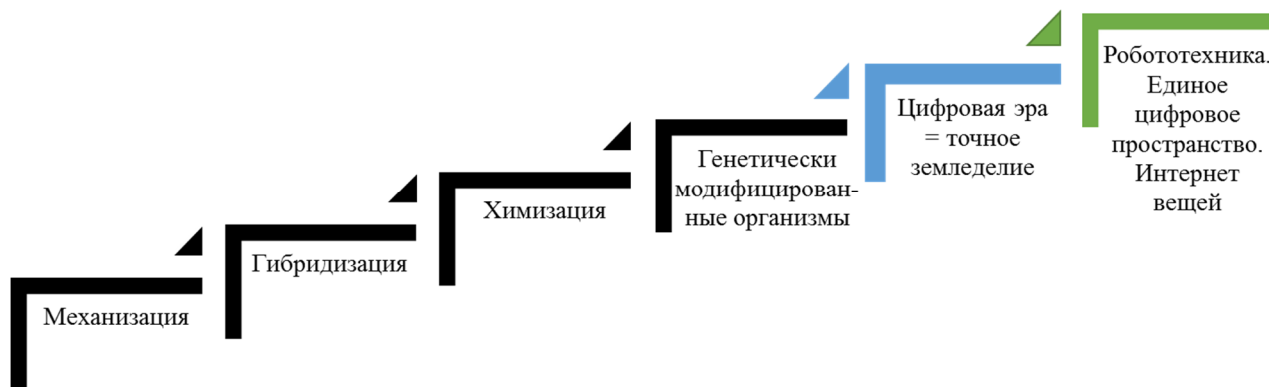
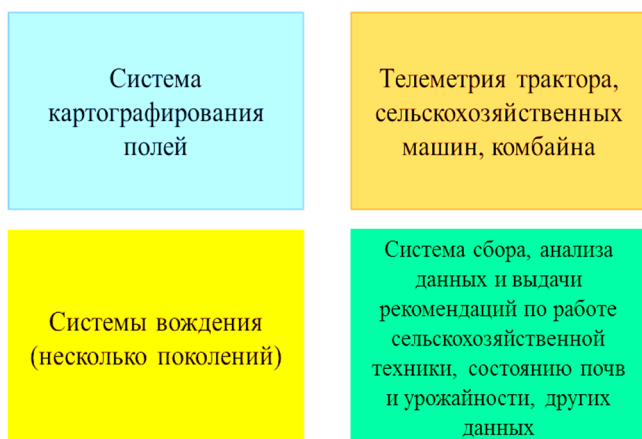


Рис.1 - Смена технологических укладов в сельском хозяйстве

В настоящее время происходит 1 этап формирования системы цифрового управления АПК (рисунок 2).

**Этап 1. Создание и развитие независимых элементов**



**Этап 2. Интеграция элементов в единую систему управления**

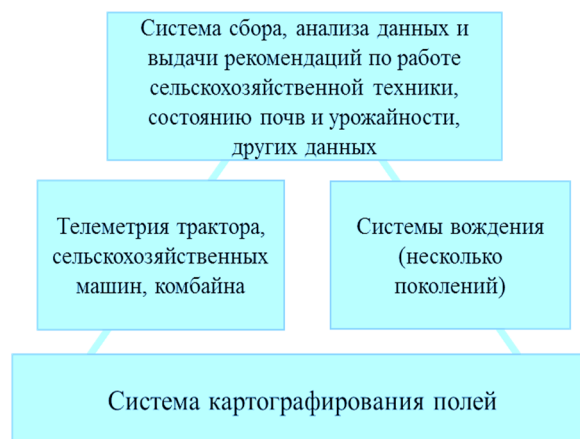


Рис. 2 - Формирование системы цифрового управления АПК

Снижение влияния уплотняющего воздействия движителей сельскохозяйственной техники на почву возможно по трем направлениям:

- 1) технологическому, заключающемуся в совершенствовании технологии возделывания сельскохозяйственных культур, включая уменьшение числа проходов (особенно при неблагоприятном состоянии почвы), и подразумевающее: выбор рациональных маршрутов движения агрегатов, применение комбинированных и широкозахватных агрегатов, минимальную обработку почвы, использование постоянной технологической колеи и мостовой системы земледелия, использование перегрузочной технологии при взаимодействии агрегатов с транспортными средствами, ограничение использования тяжелых колесных тракторов на влажной почве;

2) агрономическому, заключающемуся в повышении способности почвы противостоять уплотняющим и сдвигающим нагрузкам благодаря внесению большого количества органических удобрений и ограничению применения химических средств защиты растений, выполнению полевых работ в лучшие агротехнические сроки, а также подразумевающее качественное выполнение почвообрабатывающих операций, включая дополнительное рыхление почвы за колесами тракторов при чрезмерном ее уплотнении и рыхление подпахотных слоев почвы;

3) конструктивному, заключающемуся в совершенствовании тракторов, сельскохозяйственных машин и их движителей, в уменьшении эксплуатационной массы тракторов и сельскохозяйственных машин, в применении дополнительных колес или мостов у них, прицепов, а также у почвообрабатывающих машин.

Одним из наиболее рациональных способов снижения вредного воздействия движителей на почву является применение гусеничных тракторов вместо колесных, особенно на влажной и рыхлой почве при культивации, бороновании и посеве. Однако известные недостатки гусеничных тракторов (тихоходность, большая металлоемкость, меньшая универсальность и долговечность, боковой сдвиг почвы при повороте или развороте, нецелесообразность использования на дорогах с твердым покрытием) привели к тому, что их удельный вес в мировом масштабе снижается.

Выпускаемые рядом зарубежных фирм гусеничные тракторы с эластичными резино-тросовыми или резиноармированными гусеницами (например, американский трактор Challenger) дали обнадеживающие результаты по уплотнению почвы. Среднее удельное давление уменьшилось до 45 кПа. Учитывая разнообразие климатических зон России применение в качестве движителей дизель-электрического трактора резиноармированных гусениц целесообразно и обусловлено большим количеством преимуществ [6, 7]:

- 1) уменьшение уплотняющего воздействия движителей на почву, что позволит сохранять ее механический состав и плодородие;
- 2) возможность раннего весеннего и позднего осеннего выхода техники на полевые работы;
- 3) эксплуатация техники в условиях повышенной влажности почв;
- 4) отсутствие повреждений на асфальтовом покрытии;
- 5) проходимость, сравнимая с традиционными гусеничными платформами;
- 6) транспортная скорость до 40 км/ч;
- 7) снижение внешнего шума и улучшение условий труда в кабине оператора;
- 8) повышение тягового КПД за счет меньшего буксования гусеничного движителя.

При использовании гусеничного движителя возможны два варианта исполнения конструкции ходовой системы трактора. Первый вариант - двухмодульный (классический) на резиноармированных гусеницах. Второй вариант - четырехмодульный на резиноармированных гусеницах. Функциональная схема разрабатываемого дизель-электрического гусеничного трактора будет включать в себя: двигатель внутреннего сгорания (ДВС) - дизель, силовой генератор, тяговые электрические двигатели, бортовые редукторы, накопители энергии.

Создание и производство таких тракторов с электромеханической трансмиссией позволит получить следующие положительные моменты [8]:

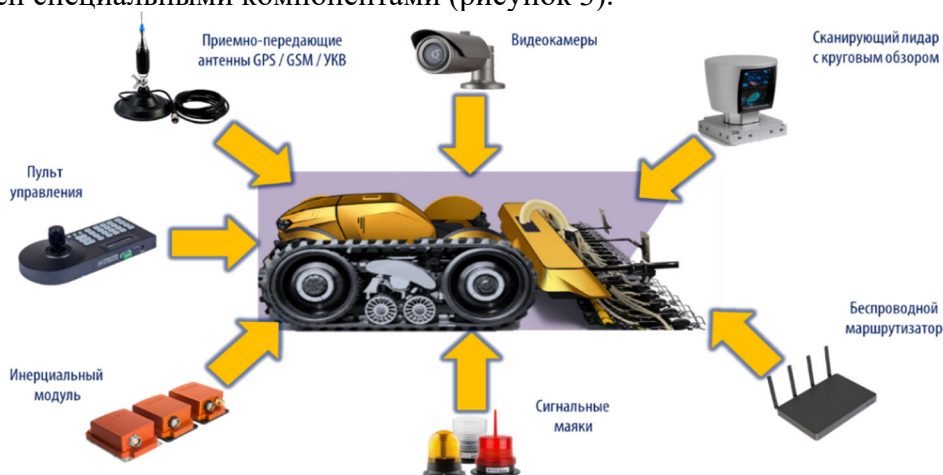
- реализуется оптимальная тяговая характеристика за счет регулирования и стабилизации крутящего момента и скорости в автоматическом режиме. Удержание крутящего момента в широком диапазоне скоростей и отключение цилиндров при малых нагрузках;
- двигатель при всех нагрузках и скоростях работает в оптимальном режиме, что увеличивает его ресурс и снижает вредные выбросы в атмосферу;
- независимость размещения силовой установки. Отсутствие жесткой кинематической связи между агрегатами позволяет создавать различные компоновочные схемы. Свободная компоновка приводных машин дает хорошее распределение веса и оптимизирует нагрузки на почву;
- более высокая долговечность трактора на тяговых электрических двигателях по сравнению с механическими передачами и ремонтпригодность за счет модульного построения трансмиссии;

- возможность использования трактора в качестве передвижной электростанции в местах с перебоями в электроснабжении;
- повышение универсальности трактора за счет использования электрического привода гусениц, что при необходимости позволит регулировать колею и агротехнический просвет;
- снижение расходов на эксплуатацию трансмиссии за счет уменьшения количества расходных материалов и увеличения интервалов технического обслуживания;
- лучшая приспособленность к дистанционному управлению и роботизации.

Конструктивная возможность стыковки двух дизель-электрических гусеничных тракторов, разработанных по варианту 1, шарнирно-сочленённым соединением в трактор большего тягового класса может расширить его применение и повысить годовую загруженность по времени. Для реализации этого принципа кабина должна быть быстростъёмной.

Трактор необходимо будет комплектовать цифровыми, интеллектуальными системами, которые будут обеспечивать: управление траекторией движения (вождение) машинно-тракторного агрегата; мониторинг рабочих параметров и состояния машинно-тракторного агрегата; мониторинг выполнения технологических операций; мониторинг полей; передача телеметрических данных; выработка логистических решений для машинно-тракторного агрегата и других, связанных с ним объектов; взаимодействие с другими, связанными с машинно-тракторным агрегатом, объектами в автоматическом режиме; создание и накопление базы данных с информацией; сохранение поведенческих алгоритмов оператора.

Ближайшее будущее - интернет вещей (IoT, Internet of Things) – система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов (вещей) со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека. Тенденциями развития агротехнологий и сельскохозяйственной техники в развитых странах являются: комплексная цифровая агротехнология в системе «интернета вещей»; автоматизация и роботизация технологических процессов; комплексная цифровизация сельскохозяйственных технологий, единый стандарт управления на базе технологии ISOBUS; трактор-робот, «беспилотник» с телеметрическим управлением; использование альтернативных источников энергии для передвижения; автономные мобильные агрегаты управляемые «искусственным интеллектом». В связи с этим, в перспективе создаваемый дизель-электрический гусеничный трактор необходимо будет адаптировать к эксплуатации в беспилотном режиме [9-11]. Для этого он должен быть оснащен специальными компонентами (рисунок 3).



**Рис. 3 - Компоненты для эксплуатации дизель-электрического гусеничного трактора в беспилотном режиме**

В таблице 1 приводятся некоторые целевые технические характеристики гусеничного трактора среднего класса, по которым доля российских производителей в сегменте сельскохозяйственных тракторов с мощностью двигателя от 100 до 200 л.с. даже с учетом крупноузловой сборки не превышает 10 процентов. Приведенные в таблице 1 значения показателей могут корректироваться при разработке конструкции трактора.

**Таблица 1 - Целевые индикаторы для разработки дизель-электрического гусеничного трактора**

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	ЗНАЧЕНИЕ
<i>Общие технические характеристики</i>	
Тяговый класс	2
Скорость движения, км/ч	0,3 - 40
Модель двигателя, тип, экологический класс	ЗМЗ-51432.10, дизельный, Евро-4
Мощность двигателя номинальная, кВт (л.с.)	84 (114)
Тип трансмиссии	Электромеханическая
Тип силовой установки	Дизель-генератор
Ширина колеи, мм	1350 - 2150
Движитель	Резиноармированные гусеницы
Ширина гусениц базовых / узких, мм	390 / 240
Давление на почву, кПа	0,45
Габаритные размеры, Д / Ш / В (без навесной системы), мм	3300 / 1650 / 2970
Агротехнический просвет, мм	460 - 700
Типы и виды агрегируемых сельскохозяйственных машин и орудий	Существующие типы и перспективные образцы отечественной и зарубежной сельскохозяйственной и мелиоративной техники к тракторам тягового класса 2
Навесная система, расположение	Передняя, задняя, боковая
Грузоподъёмность переднего / заднего навесного устройства, кг, не менее	3300 / 4550
<i>Электрическая система</i>	
Тип силового генератора	Синхронный
Напряжение выходное, В	400
Род тока	Постоянный
Тип электродвигателей трансмиссии, валов отбора мощности (ВОМ)	Вентильно-индукторный
Электродвигатели трансмиссии, количество x мощность, кВт	2 x 38 (вариант исполнения 1); 4 x 19 (вариант исполнения 2)
Тип системы охлаждения электродвигателей	Жидкостная
Расположение ВОМ	Заднее / переднее / боковые
Частота вращения ВОМ, мин <sup>-1</sup>	540, 750, 1000
Мощность привода ВОМ, варианты, кВт	38, 57, 87
Накопитель электроэнергии, тип	Аккумулятор, Li-on
Накопитель энергии, ёмкость / напряжение, А ч/В	16 / 320

**Выводы.** Разработка и производство дизель-электрического трактора с ходовой системой на резиноармированных гусеницах 2 тягового класса, оснащенного информационно-управляющими цифровыми, интеллектуальными системами, будет способствовать: опережающему развитию отечественного тракторостроения и производства компонентов [12, 13]; позволит создать на основе этого модельный ряд гусеничных тракторов различных тяговых классов; переводу тракторов на экологически чистую электрическую энергию; обеспечит создание новых высококвалифицированных рабочих мест; увеличит экспортный потенциал сельскохозяйственного машиностроения России [14, 15]; позволит повысить эффективность и производительность сельскохозяйственного производства и обеспечить цифровую трансформацию сельского хозяйства посредством внедрения передовых цифровых, интеллектуальных технологий [16].

#### Библиография

1. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации 7 июля 2017 г. № 1455-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/28393/> (дата обращения: 15.12.2020).
2. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. В 3-х т. Т. 3. Статистические методы анализа данных: учебник / А.И. Орлов. М.: МГТУ им. Баумана, 2012. 623 с.
3. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие / А.П. Кулаичев. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 512 с.
4. Кравченко И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие / И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев и др. СПб.: Изд-во Лань, 2015. 304 с.

5. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 года №1632-Р) [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 15.12.2020).
6. Емельянов А.М. Разработка движителя с резиноармированными гусеницами / А.М. Емельянов, И.В. Канделя, А.В. Липкань, В.Н. Рябченко // Техника в сельском хозяйстве. 2001. № 2. С. 14-17.
7. Поливаев О.И. Основы теории трактора и автомобиля. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин. - М.: КРОКУС, 2013. 264 с.
8. Исаков П.П. Электромеханические трансмиссии гусеничных тракторов / П.П. Исаков, П.Н. Иванченко, А.Д. Егоров. Л.: Машиностроение, 1981. 302 с.
9. Solovyev R., Cheranev S., Karyakin S., Kolomeichenko A., Gribov I., Evgrafov V., Mezentssev N. The need for creation of high-tech tractors of 0.6-2 traction classes with high degree of automation. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Automobile Scientific Forum, IASF 2019 "Technologies and Components of Land Intelligent Transport Systems". 2020. С. 012026.
10. Соловьев Р.Ю. О центре сельскохозяйственного машиностроения / Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, С.Б. Карякин С.Б., А.В. Коломейченко, И.В. Грибов // Технический сервис машин. 2019. № 4 (137). С. 12-18.
11. Соловьев Р.Ю. Актуальность разработки высокотехнологичных тракторов тяговых классов 0,6-2 / Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, С.Б. Карякин, А.В. Коломейченко, И.В. Грибов // Техника и оборудование для села. 2019. № 11 (269). С. 14-17.
12. Соловьев Р.Ю. Обеспеченность рынка сельскохозяйственной и техники другого назначения дизельными ДВС российского производства / Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, А.В. Коломейченко, М.Е. Герасимов, В.А. Громов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 1 (25). С. 109-118.
13. Soloviev R., Cheranev S., Kolomeichenko A., Gerasimov M., Gromov V. Availability of the agricultural, municipal and road construction vehicle market with russian diesel engines. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Automobile Scientific Forum, IASF 2019 "Technologies and Components of Land Intelligent Transport Systems". 2020. С. 012027.
14. Абрашкин М.С. Научоемкость и инновационное развитие предприятий машиностроения / М.С. Абрашкин // Вестник АГТУ. Сер.: Экономика. 2018. № 4. С. 107-115.
15. Тихомирова О.Г. Диффузия инноваций, трансфер технологий и коммерциализация инноваций / О.Г. Тихомирова // Фундаментальные исследования. 2018. № 1. С. 127-132.
16. Соколяк Г.В. Цифровые инновации в машиностроении / Г.В. Соколяк // Профессиональный журнал. № 5 (170). 2019. С. 26-33.

#### References

1. Strategy for Development of Agricultural Engineering Industry in Russia through 2030, approved by Order of Government of the Russian Federation of 7 July 2017 N 1455-r [Electronic Resource]. URL: <http://government.ru/docs/28393/> (accessed: 15.12.2020).
2. Orlov A.I. Organizatsionno-ekonomicheskoye modelirovaniye. V 3 t. T. 3. Statisticheskiye metody analiza dannykh: uchebnik [Organizational and Economic Modeling. In 3 volumes. Volume 3. Statistical methods of data analysis: textbook] / A.I. Orlov // Moscow: Bauman MSTU, 2012. 623 p.
3. Kulaichev A.P. Metody i sredstva kompleksnogo analiza dannykh: uchebnoye posobiye [Methods and tools for complex data analysis: tutorial] / A.P. Kulaichev // Moscow: Forum, NIT INFRA-M, 2013. 512 p.
4. Kravchenko I.N. Osnovy nauchnykh issledovaniy: uchebnoye posobiye [Fundamentals of scientific research: tutorial] / I.N. Kravchenko, A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev etc. // St. Petersburg: Lan Publishing House, 2015. 304 p.
5. "Digital Economy" Program of the Russian Federation (Decree of the Government of the Russian Federation of 28 July 2017 N 1632-r) [Electronic Resource]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (accessed: 15.12.2020).
6. Yemelyanov A.M. Razrabotka dvizhitelya s rezinoarmirovannyimi gusenitsami [Development of a propeller with rubber reinforced tracks] / A.M. Emelyanov, I.V. Kandela, A.V. Lipkan, V.N. Ryabchenko // Machinery in agriculture. 2001. № 2. 14-17 p.
7. Polivaev O.I. Osnovy teorii traktora i avtomobilya. Teoriya i ekspluatatsionnyye svoystva: uchebnoye posobiye [The basics of tractor and car theory. Theory and operational properties: tutorial] / V.P. Grebnev, O.I. Polivaev, A.V. Vorokhobin M.: CROCUS, 2013. 264 p.
8. Isakov P.P. Elektromekhanicheskiye transmissii gusenichnykh traktorov [Electromechanical transmissions of tracked tractors] / P.P. Isakov, P.N. Ivanchenko, A.D. Egorov. - L.: Mashinostroenie, 1981. 302 p.
9. Solovyev R., Cheranev S., Karyakin S., Kolomeichenko A., Gribov I., Evgrafov V., Mezentssev N. The need for creation of high-tech tractors of 0.6-2 traction classes with high degree of automation. In collection: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Automobile Scientific Forum, IASF 2019 "Technologies and Components of Land Intelligent Transport Systems". 2020. С. 012026.
10. Soloviev R.Y. O tsentre selskokhozyaystvennogo mashinostroyeniya [About the Center of Agricultural Engineering] / R.Y. Soloviev, S.V. Cheranev, S.B. Karyakin, A.V. Kolomeichenko, I.V. Gribov // Technical service of machines. 2019. № 4 (137). 12-18 p.



11. Soloviev R.Y. Aktualnost' razrabotki vysokotekhnologichnykh traktorov tyagovykh klassov 0,6-2 [The Relevance of developing high-tech tractors of traction classes 0.6-2] / R.Yu. Soloviev, S.V. Cheranov, S.B. Karyakin, A.V. Kolomeichenko, I.V. Gribov // Machinery and equipment for the village. 2019. № 11 (269). 14-17 p.
12. Soloviev R.Y. Obespechennost' rynka selskokhozyaystvennoy i tekhniki drugogo naznacheniya dizelnymi DVS rossiyskogo proizvodstva [Availability of the market of agricultural and other machinery with Russian-made diesel engines] / R.Y. Soloviev, S.V. Cheranov, A.V. Kolomeichenko, M.E. Gerasimov, V.A. Gromov // Agricultural innovations: problems and perspectives. 2020. № 1 (25). 109-118 p.
13. Soloviev R., Cheranov S., Kolomeichenko A., Gerasimov M., Gromov V. Availability of the agricultural, municipal and road construction vehicle market with Russian diesel engines. In collection: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Automobile Scientific Forum, IASF 2019 "Technologies and Components of Land Intelligent Transport Systems". 2020. С. 012027.
14. Abrashkin M.S. Naukoymkost i innovatsionnoye razvitiye predpriyatiy mashinostroyeniya [Science intensity and innovative development of machine-building enterprises] / M.S. Abrashkin // Bulletin of AHTU. Ser.: Economics. 2018. № 4. 107-115 p.
15. Tikhomirova O.G. Diffuziya innovatsiy, transfer tekhnologiy i kommertsializatsiya innovatsiy [Diffusion of innovations, technology transfer and commercialization of innovations] / O.G. Tikhomirova // Fundamental Research. 2018. № 1. 127-132 p.
16. Sokolvyak G.V. Tsifrovyye innovatsii v mashinostroyenii [Digital innovations in mechanical engineering] / G.V. Sokolvyak // Professional Journal. № 5 (170). 2019. 26-33 p.

#### Сведения об авторах

Соловьев Рудольф Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, директор Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, rudolf.solovyev@nami.ru.

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

Черанев Святослав Васильевич, начальник управления по нормативно-технической деятельности 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, svyatoslav.cheranov@nami.ru.

Грибов Иван Васильевич, кандидат технических наук, ведущий специалист отдела 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, ivan.gribov@nami.ru.

#### Information about authors

Solovyev Rudolf Yuryevich, Candidate of Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute», 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: rudolf.solovyev@nami.ru.

Kolomeichenko Aleksandr Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute», 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: a.kolomiychenko@nami.ru.

Cheranov Svyatoslav Vasilyevich, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute», 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, svyatoslav.cheranov@nami.ru.

Gribov Ivan Vasilievich, Candidate Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute», 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: ivan.gribov@nami.ru.

УДК 620.179: 621.8

*А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов, Д.Н. Бахарев*

## **ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОИНЖЕНЕРИИ**

**Аннотация.** Развитие сельского хозяйства Российской Федерации обусловлено необходимостью обеспечения стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной на основе внедрения конкурентоспособных техники и технологий, поэтому основной задачей является формирование условий научно-технической деятельности при проектировании техники и технологий для получения сельскохозяйственной продукции высокого качества. Анализ современных исследований в области разработки и совершенствования техники и технологий показал, что наиболее актуализирована разработка технологий и технических средств механизации, автоматизации и технического сервиса в сельском хозяйстве по организации уборочно-транспортных процессов. Изученный перечень разработок технологий и технических средств для повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники в целом положительно характеризует перспективы обновления и совершенствования техники и технологий, однако показывает наличие несистемного подхода в области развития инновационных разработок, что свидетельствует об отсутствии обобщенной оценки этапов проектирования. Рекомендуется для создания обобщенной оценки проектирования техники и технологий в агропромышленном комплексе использовать системный подход, как основу решения научно-производственных проблем. Выполнена обобщенная оценка на примерах анализа отказов шарниров карданных передач, термонагруженности подшипниковых узлов механических приводов сельскохозяйственных машин и суммарных повреждений початков кукурузы при переработке, которая показала ее возможности на основе метода анализа явлений путем изучения причинно-следственных связей. Следовательно, обобщенную оценку необходимо выполнять на основе сравнения альтернативности вариантов решений по качественным и/или количественным критериям с целью выбора решения, подлежащего реализации.

**Ключевые слова:** обобщенная оценка, метод, проектирование, техника, технология.

### **GENERALIZED ASSESSMENT OF THE MAIN FACTORS IN DESIGNING MACHINERY AND TECHNOLOGIES IN AGROENGINEERING**

**Abstract.** The development of agriculture in the Russian Federation is due to the need to ensure stable growth in the production of agricultural products obtained on the basis of the introduction of competitive equipment and technologies, therefore the main task is to create conditions for scientific and technical activities in the design of equipment and technologies for obtaining high-quality agricultural products. The analysis of modern research in the field of development and improvement of equipment and technologies showed that the development of technologies and technical means of mechanization, automation and technical service in agriculture on the organization of harvesting and transport processes is most updated. The studied list of developments of technologies and technical means for improving the efficiency of the use of agricultural machinery in general positively describes the prospects for updating and improving equipment and technologies, but shows the existence of a non-systemic approach to the development of innovative developments, which indicates the absence of a generalized assessment of the design stages. It is recommended that a systematic approach be used to create a generalized assessment of the design of equipment and technologies in the agro-industrial complex, as the basis for solving scientific and production problems. A generalized assessment was made using examples of analysis of failures of gearshift hinges, thermal loading of bearing units of mechanical drives of agricultural machines and total damages of corn cobs during processing, which showed its capabilities based on the method of analysis of phenomena by studying causal relationships. Therefore, a generalized evaluation must be performed based on a comparison of the alternatives of the solution variants according to qualitative and/or individual criteria in order to select the solution to be implemented.

**Keywords:** generalized assessment, method, design, engineering, technology.

**Постановка проблемы.** В федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства РФ на период 2017-2025 гг. основной целью установлено обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной на основе внедрения конкурентоспособных техники и технологий. Задачей, вытекающей из упомянутой цели, ставится формирование условий научно-технической деятельности при проектировании техники и технологий для получения сельскохозяйственной продукции высокого качества. Целевым индикатором достижения цели программы является повышение потребности в инновационных технологиях в сельском хозяйстве применительно к разработке перспективных конструкций сельскохозяйственных машин и оборудования, технологий производства сельскохозяйственной продукции и повышения надежности технического

потенциала агропромышленного комплекса. Закономерным результатом реализации программы предполагается получение результатов интеллектуальной деятельности в сфере техники и технологий, как в РФ, так и за рубежом.

Таким образом, для обеспечения устойчивого положения на мировом рынке продовольствия требуется усиливать инновационную составляющую агропромышленного комплекса (АПК), так как наличие естественного потенциала в виде плодородной земли и трудовых ресурсов недостаточно, конкурентоспособным на мировом уровне сельское хозяйство становится при наличии интеллектуальной инновационной составляющей. Достижение поставленных задач по продовольственной безопасности страны и развитию экспорта способствует превращению сельского хозяйства в высокотехнологичную отрасль, способную внедрять новые инновационные технику и технологии. Однако, статистические данные по результатам сельскохозяйственного производства, в частности, в растениеводстве свидетельствуют о снижении показателей урожайности, посевных площадей и валового сбора, поэтому необходимы не только государственная поддержка в виде программ развития, но и продвижение высокопроизводительной техники и передовых технологий производства продукции [1].

Переход к прогрессивным современным технологиям в сельскохозяйственном производстве позволит существенно повысить урожайность и продуктивность и качество продукции в отрасли, однако техническая оснащенность и технологическое обеспечение сельского хозяйства России находятся на низком уровне, что обуславливает необходимость инновационного ускоренного развития АПК до уровня конкурентоспособного и высокоэффективного производства. Отгалкиваясь от настоящего уровня, отмечается, что для достижения требуемой технической обеспеченности на период до 2026 г. в перспективе сельскохозяйственным предприятиям необходимо ежегодно приобретать по 45 тыс. тракторов, 12 тыс. зерноуборочных и 2 тыс. кормоуборочных комбайнов. Аналогичное состояние с обеспеченностью технологиями, поскольку наиболее востребованные отечественные технологии не находят широкого применения в аграрном производстве в связи с незначительной долей новейших интеллектуальных результатов, основанных на реальных достижениях науки и техники [2].

Следовательно, разработка метода обобщенной оценки основных факторов при проектировании техники и технологий обоснована требованием времени.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Обзор современных исследований показал, что наиболее актуализирована разработка технологий и технических средств механизации, автоматизации и технического сервиса в сельском хозяйстве по организации уборочно-транспортных процессов в селекции (академик РАН Измайлов А.Ю.) [3], эффективному применению информационных технологий для повышения уровня автоматизации технологических процессов в сельском хозяйстве (академик РАН Альт В.В.) [4], использованию робототехнических систем в виде беспилотных мобильных энергетических средств специального назначения (д-р техн. наук Годжаев З.А.) [5], анализу технического уровня зерноуборочных комбайнов по функциональным и конструктивным параметрам (д-р техн. наук Жалнин Э.В.) [6], управлению мобильными агрегатами и стационарными процессами в растениеводстве на основе централизованной унифицированной автоматизированной информационной системе (академик РАН Измайлов А.Ю.) [7], внедрению оборудования и технологии 3D-сканирования дефектов деталей машин при разработке технологических процессов восстановления (канд. техн. наук Юнусбаев Н.М.) [8], разработке и внедрению инновационных технологий промышленного питомниководства на основе системы высококлиренсных энергетических средств (академик РАН Завражнов А.И.) [9], применению современных интеллектуальных машинных технологий, средств мониторинга и управления технологическими процессами утилизации органических отходов (профессор РАН Брюханов А.Ю.) [10], разработке и внедрению цифровых технологий и технических средств технического обслуживания и ремонта современного разнородного (по возрасту, маркам, техническому состоянию и др.) парка сельскохозяйственной техники (академик РАН Черноиванов В.И.) [11], разработкам технических средств контроля технического состояния агрегатов трансмиссий и гидропривода на основе развития менеджмента качества в производственной системе с целью минимизации потерь (канд. техн. наук

Петрищев Н.А.) [12], развитию инновационных технологий технического сервиса в сельском хозяйстве на основе комплексного применения информационных, интеллектуальных, аддитивных и нанотехнологий (д-р техн. наук Шилов И.Н.) [13], развитию реновации машин и оборудования на основе фирменного метода технического сервиса (д-р техн. наук Кушнарев Л.И.) [14], оптимизации процесса тепловой подготовки сельскохозяйственной техники в условиях низких температур (д-р техн. наук Габитов И.И.) [15], оценке возможности применения CALS (ИПИ)-технологий при формировании системы утилизации техники в АПК (д-р техн. наук Игнатов В.И.) [16], применению аддитивных технологий при решении задач технического сервиса машин (н.с. Лопатина Ю.А.) [17], обоснованию использования цифровых технологий при формировании ресурсосберегающей эколого-ориентированной системы утилизации сельскохозяйственной техники (член-корреспондент РАН Дорохов А.С.) [18], разработке цифровой системы диагностирования КПП на основе оценки динамики изменения диагностических параметров (член-корреспондент РАН Дорохов А.С.) [19].

Приведенный перечень работ по созданию новых технологий и технических средств для повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники в целом положительно характеризует перспективы обновления и совершенствования техники и технологий, однако показывает наличие несистемного подхода в области развития инновационных разработок, что свидетельствует об отсутствии обобщенной оценки этапов проектирования.

В этой связи рекомендуется для создания обобщенной оценки проектирования техники и технологий в АПК использовать системный подход, как основу решения глобальных проблем на основе сравнения альтернативности вариантов решений по качественной и количественной оценкам элементов изучаемой системы с целью выбора пути, подлежащего реализации, с учетом различных критериальных условий [20].

Первоначально предполагается учет воздействия различных внешних факторов и факторов, сопутствующих функционированию изделий и/или технологий [21]. В частности, внешние воздействующие факторы классифицируются как механические, климатические, биологические, радиационные, электромагнитные, термические и специальные (рисунок 1).

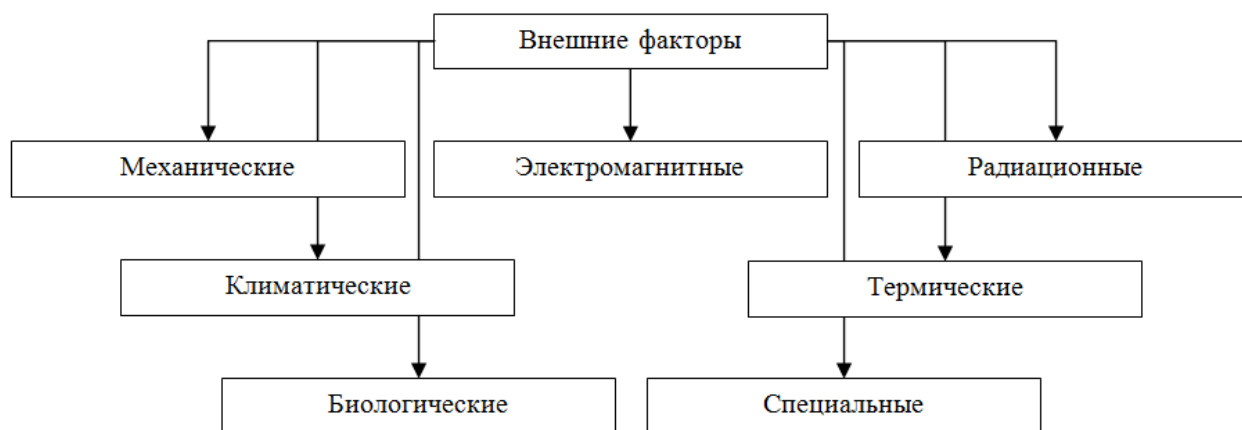


Рис. 1 - Признаки классификации внешних факторов

К механическим факторам относят наличие или отсутствие колебаний, удара, ускорения, механического давления, силы и потока жидкости. Под климатическими факторами понимают атмосферное давление, температура среды, влажность воздуха или других газов, атмосферные осадки, туман, пыль и песок, солнечное излучение, поток воздуха, среда с коррозионно-активными агентами, ледово-грунтовая вода. К радиационным относят нейтронное, протонное, электронное и электромагнитное излучения. В виде электромагнитных выделяют электрический ток и электромагнитное поле. Термические факторы связаны с воздействиями, приводящими к тепловому удару и нагреву в процессе функционирования. Явления, вызванные функционированием изделия, возникают в виде светового излучения, термического удара,

аэродинамического нагрева, нагрева трением и/или тепловым потоком, при образовании пламени. Биологические факторы влияния характеризуются наличием и воздействием растительных и животных организмов, а также плесневых грибов. Специальные факторы влияния связаны с воздействием различных специальных сред: кислотно-щелочной и нейтральной, масел и смазок, топлива, узко специализированных - испытательных, дезинфицирующих, различные рабочие тела и др.

На следующем этапе оценивают влияние мероприятий обеспечения работоспособности, обусловленных стадиями жизненного цикла изделия. Содержание основных конструктивно-технологических мероприятий включает: применение передовых методов организации производства и труда, автоматизация и механизация технологических процессов, внедрение гибких производственных систем, робототехнических комплексов и автоматизированных систем управления, аттестация технологических процессов, внедрение методов упрочнения и методов неразрушающего контроля, технологического прогона и обкатки, контроль качества и надежности изделий, систематический контроль параметров технологических процессов, периодическая проверка стабильности показателей надежности производимой продукции и др. Содержание основных технологических мероприятий включает: производство заготовок, предварительная механическая обработка, термическая, термомеханическая, химико-термическая и другие виды термической обработки, финишная (отделочная) механическая обработка, упрочняющие технологии, наплавка и напыление материала, гальванические покрытия, сборка изделия. С точки зрения производственных мероприятий известны: автоматизация и управление с помощью ЭВМ как отдельными технологическими операциями, так и всем процессом подготовки производства и изготовления изделий. Содержание основных эксплуатационных мероприятий включает: мероприятия по соблюдению правил и режимов эксплуатации (уровень профессионализма работников, соблюдение требований эксплуатационной документации, правил технического обслуживания и технического диагностирования, контроль надежности запасных частей) и мероприятия по восстановлению работоспособного состояния (корректировка систем технического обслуживания, периодический контроль за состоянием изделия и определение средствами технического диагностирования остаточного ресурса и предотказного состояния, внедрение современных технологий ремонта, анализ причин отказов, организация обратной связи со стадиями проектирования и изготовления).

Для реализации основного этапа в области машиностроения известен метод анализа явлений путем изучения причинно-следственных связей в виде «рыбьего скелета», разработанный профессором Исикава [21, 22]. В этой схеме (рисунок 2) планируемый конечный результат - показатель техники (производительность, энерговооруженность, максимальная скорость, расход топлива и др.) или технологии (научеёмкость продукции, длительность производственного цикла, безотходность и технологичность, степень механизации и др.) изображается центральной стрелкой, а явления, факторы и/или принципы, влияющие на результат, изображают радиальными стрелками, направленными к центральной. Для составления такой схемы необходимо иметь мнения экспертов в определенной области в виде анализа потенциальных эффектов и причин их вызывающих. При этом для оценки наибольшего влияния исследуемых факторов, с учетом допустимой погрешности анализа, следует применять диаграмму Парето.

Основной **целью** работы является апробация метода изучения причинно-следственных связей для отработки процессов анализа и синтеза при проектировании техники и технологий.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) изучить методические основы анализа причинно-следственных связей;
- 2) применить описанный метод на примере отработки различных технологий;
- 3) провести обобщенную оценку полученных результатов.



Рис. 2 - Вариант схемы «рыбий скелет» (диаграмма профессора Исикава)

**Основной материал исследований.** Рассмотрим примеры реализации описанного выше метода с учетом анализируемых факторов влияния на работоспособность технических изделий и технологических процессов.

Результат построения схемы причинно-следственных связей при анализе отказов шарниров карданных передач сельскохозяйственной техники представлен на рисунке 3 [23, 24].

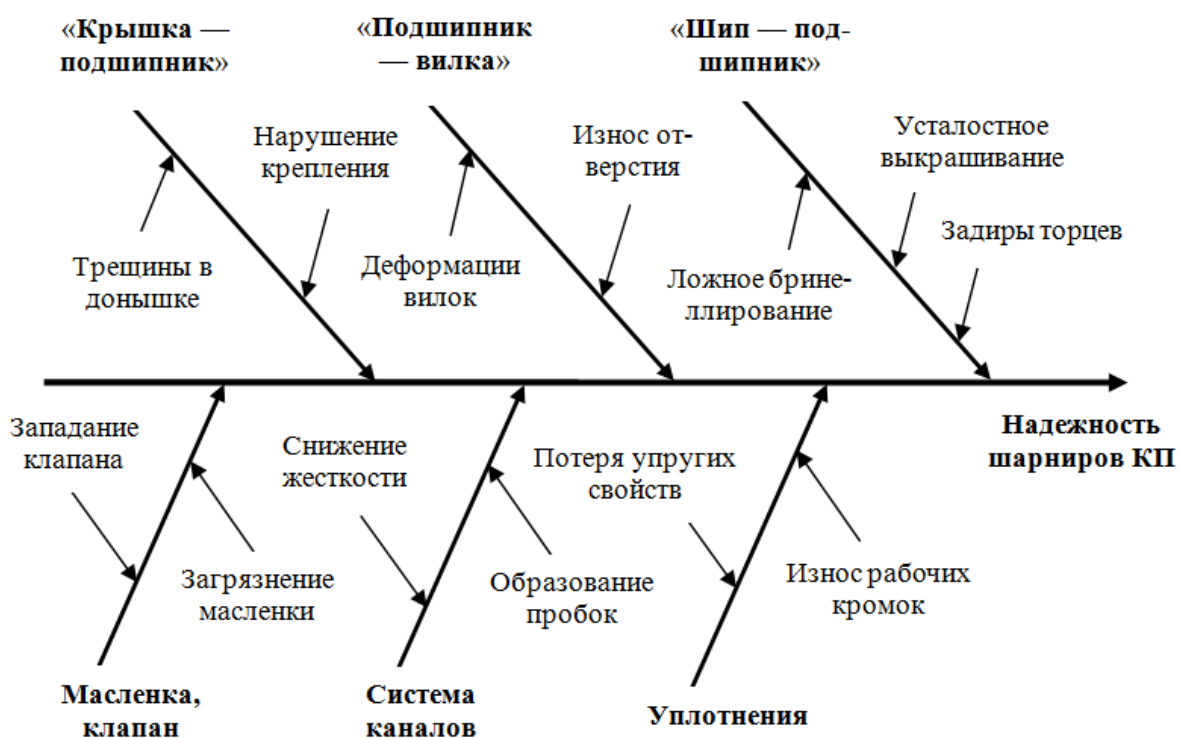


Рис. 3 - Схема причинно-следственных связей при оценке отказов шарниров карданных передач

Анализ причин отказов технических систем шарниров карданных передач выявил наиболее слабые элементы рассматриваемой конструкции: соединения «шип крестовины — игольчатый подшипник», соединение «корпус подшипника — отверстие проушины вилки» и соединение «доньшко подшипника — крышка вилки» (рисунок 3). Следует отметить, что данные соединения являются несущими, так как именно через эти элементы осуществляется пе-

редача крутящего момента. В отношении элементов системы смазки можно отметить важность работоспособности данных элементов, как объектов, имеющих сервисную функцию по отношению к элементам несущей системы. В результате оценки отказов, проведенной с применением диаграммы Парето, установлено, что наибольшему повреждающему воздействию при работе подвергаются элементы соединения «шип - подшипник». Следовательно, данные результаты позволяют в дальнейшем разрабатывать и исследовать мероприятия по совершенствованию и модернизации конструктивных параметров и технологического процесса изготовления, а также условий и режимов эксплуатации карданных передач сельскохозяйственной техники.

Аналогичные работы проведены в исследованиях по технической диагностике по параметру термонагруженности подшипниковых узлов механизмов и агрегатов сельскохозяйственных машин, на примере зерновой жатки и жатки для уборки подсолнечника на базе зерноуборочного комбайна, с учетом особенностей конструкции, эксплуатационных режимов нагружения и условий окружающей среды (рисунок 4) [25-27].

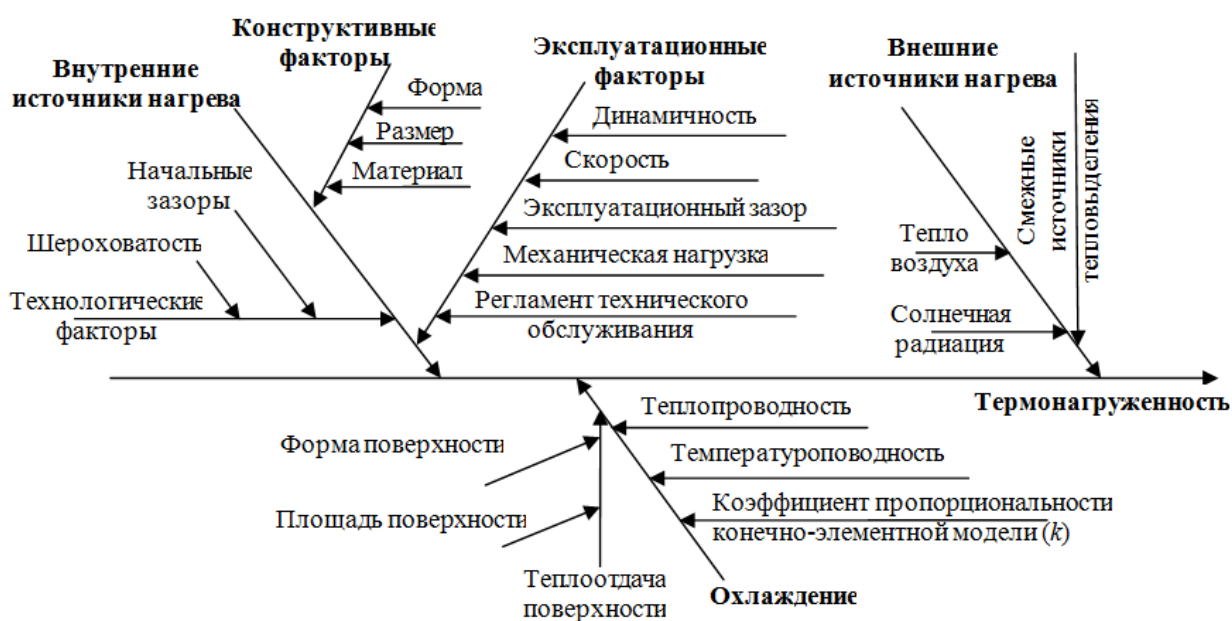
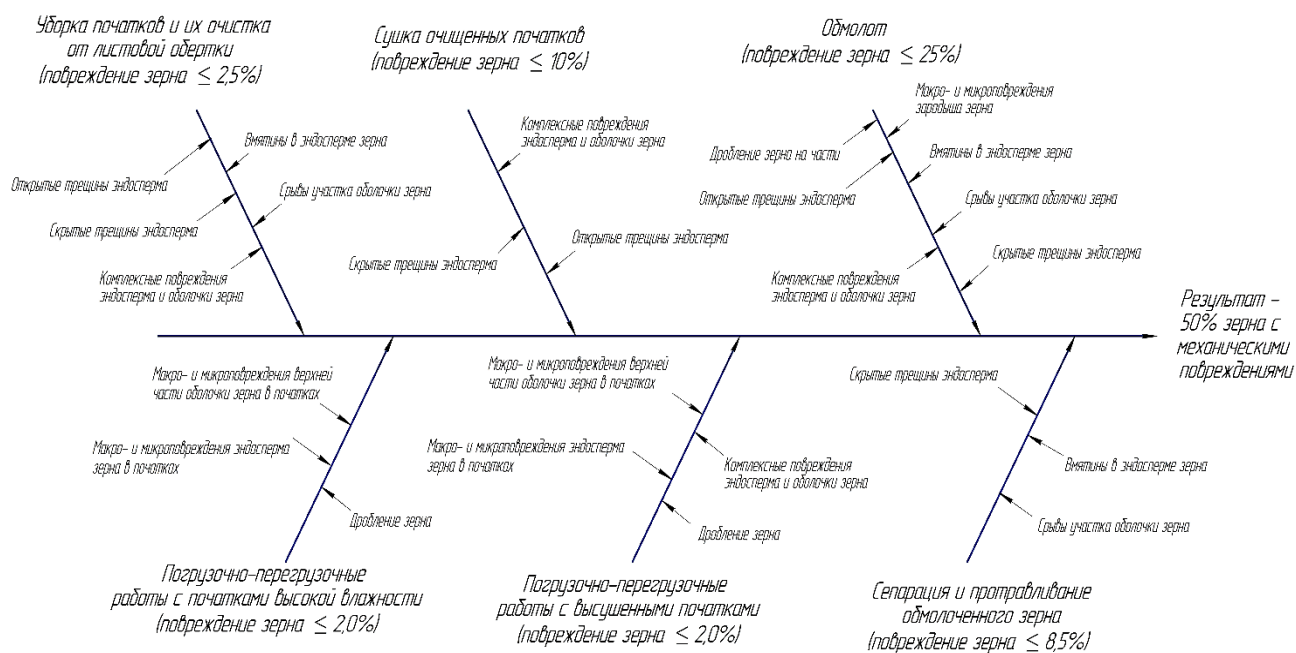


Рис. 4 - Схема причинно-следственных связей при оценке термонагруженности подшипниковых узлов

Анализ диаграммы причинно-следственных связей показывает, какие конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы оказывают воздействие на изменение температуры в подшипниковых узлах, так как последнее формирует общую термонагруженность элементов привода жатки. В частности, особо следует выделить влияние эксплуатационной нагруженности, в частности передаваемый крутящий момент и частоту вращения, а также условия окружающей среды, в частности, температуру окружающего воздуха и солнечную тепловую радиацию. Эксплуатационные наблюдения работоспособности подшипниковых узлов привода жатки при работе зерноуборочных комбайнов в период уборки урожая показали существенное влияние на термонагруженность объекта солнечной тепловой радиации. В конечном итоге эти сведения позволяют корректировать технологические процессы технического обслуживания и диагностирования машин.

В отрасли переработки сельскохозяйственной продукции метод позволяет прогнозировать качество получаемой продукции при использовании различных технологий обработки. Например, при производстве посевного материала кукурузы прослеживается суммарное итоговое количество макро- и микроповреждений зерна с учетом стадии уборки и переработки початков (рисунок 5) [28-30].



**Рис. 5 – Схема причинно-следственных связей при оценке повреждаемости зерна семенной кукурузы в процессе уборки, сушки и обмолота**

Анализ данной диаграммы (рисунок 5) показывает, что наиболее опасными, с точки зрения макро- и микроповреждений зерна кукурузы, являются процессы сушки (до 10% повреждаемого зерна) и обмолота (до 25% повреждаемого зерна). В результате такой оценки суммарное значение повреждаемости доходит до 50%, что негативно отражается на качестве семян. Таким образом, на основании данной обобщенной оценки становится возможным более полная оценка производственной ситуации и оптимизация машинного состава применяемых поточно-технологических линий. Приведенные примеры представляют собой далеко не полный перечень возможностей обобщенной оценки техники и технологий на основе метода анализа явлений путем изучения причинно-следственных связей, разработанный профессором Исикава, однако подтверждают ее действенный механизм и практическую ценность.

**Выводы и перспективы исследований.** На основании обобщения приведенных выше данных необходимо сделать следующие выводы.

1. Наиболее актуализированными на современном этапе являются технологии и технические средства механизации и автоматизации технологических процессов в сельском хозяйстве по организации уборочно-транспортных процессов. При очевидных перспективах их развития, отмечается наличие несистемного подхода в области развития инновационных разработок, что свидетельствует об отсутствии обобщенной оценки этапов проектирования.

2. Применение обобщенной оценки проектирования техники и технологий в АПК на основе системного подхода позволит решать вопросы сравнения альтернативности вариантов решений по качественной и количественной их оценкам изучаемых систем с целью выбора инновационного пути развития, с учетом различных критериальных условий.

3. Анализ применимости обобщенной оценки на примерах из областей технического сервиса, при оценке отказов силовых узлов трансмиссий и подшипниковых узлов приводов сельскохозяйственных машин, и совершенствованию технических средств для обмолота початков семенной кукурузы с целью реализации дифференцированного воздействия, показывает универсальность, результативность и эффективность, а главное перспективность предлагаемой оценки.

#### Библиография

1. Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н., Королькова А.П., Горячева А.В. Результаты инновационной деятельности и научно-технологического развития сельского хозяйства: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 232 с.
2. Бурак П.И., Голубев И.Г., Федоренко В.Ф., Мишууров Н.П., Гольдяпин В.Я. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 152 с.



3. Измайлов А.Ю., Рожин В.Ф., Шилова Е.П., Иванов М.В., Кынев Д.Н. Обоснование уборочно-транспортных процессов в селекционных технологиях // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N1. С. 4-9. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-4-9.
4. Альт В.В. Совокупность информационных технологий и их роль в автоматизации сельскохозяйственного производства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N1. С. 9-12. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-9-15.
5. Рубцов И.В., Русанова О.Г., Годжаев З.А. Использование технологий специального назначения в сельскохозяйственной робототехнике // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N1. С. 37-41. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-37-41.
6. Жалнин Э.В., Ценч Ю.С., Пьянов В.С. Методика анализа технического уровня зерноуборочных комбайнов по функциональным и конструктивным параметрам // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N2. С. 4-8. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-4-8.
7. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К., Смирнов И.Г., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С. Оптимизация управления технологическими процессами в растениеводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N3. С. 4-11. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
8. Юнусбаев Н.М. 3D-сканирование в технологии ремонта деталей и узлов тракторов и автомобилей // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. N1. С. 4-8. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-1-4-8.
9. Завражных А.А., Измайлов А.Ю., Завражных А.И., Лобачевский Я.П., Ланцев В.Ю. Инновационные технологии и технические средства для промышленного питомниководства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. N4. С. 16-24. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-16-24.
10. Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Шалавина Е.В., Уваров Р.А. Методы решения экологических проблем в животноводстве и птицеводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. N14. С. 32-37. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-32-37.
11. Черноиванов В.И., Габитов И.И., Неговора А.В. Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники // *Труды ГОСНИТИ*. 2018. Т. 130. С. 74-81.
12. Петрищев Н.А., Данков А.А., Макаркин И.М., Поспелов А.Р., Саяпин А.С. Средства контроля качества для решения задач производственной системы сельхозмашиностроителей // *Труды ГОСНИТИ*. 2018. Т. 131. С. 66-73.
13. Шило И.Н., Романюк Н.Н., Толочко Н.К. Инновационные технологии технического сервиса в сельском хозяйстве // *Технический сервис машин*. 2018. Т. 132. С. 19-25.
14. Кушнарев Л.И., Мишина З.Н. К концепции фирменного технического сервиса машин и оборудования // *Технический сервис машин*. 2018. Т. 133. С. 63-69.
15. Габитов И.И., Неговора А.В., Разяпов М.М., Гусев Д.А. Оптимизация теплового процесса подготовки сельскохозяйственной техники в условиях низких температур // *Технический сервис машин*. 2019. N1 (134). С. 122-130.
16. Каперзов А.О., Герасимов В.С., Игнатов В.И. Возможность использования CALS (ИПИ) - технологий при формировании системы утилизации техники в АПК // *Технический сервис машин*. 2019. N2 (135). С. 151-157.
17. Лопатина Ю.А. Применение 3D-печати методом FDM при ремонте машин и оборудования // *Технический сервис машин*. 2019. N3 (136). С. 40-45.
18. Дорохов А.С., Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков В.С. Использование цифровых технологий при формировании системы утилизации выведенной из эксплуатации техники // *Технический сервис машин*. 2019. N4 (137). С. 109-117.
19. Дорохов А.С., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Макаркин И.М., Саяпин А.С., Ивлева И.Б. Проект цифровой системы для диагностирования ресурсопределяющих узлов коробок перемены передач с гидравлическим управлением мобильных энергетических средств // *Технический сервис машин*. 2019. N4 (137). С. 83-95.
20. Мельникова Л.И., Шведова В.В. Системный анализ при создании и освоении объектов техники. М.: ВНИИПИ, 1991. 85 с.
21. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении: науч. издание. М.: Издательство стандартов, 1989. 224 с.
22. Надежность машиностроительной продукции: практическое руководство по нормированию, подтверждению и обеспечению: произв. издание. М.: Издательство стандартов, 1990. 328 с.
23. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. 160 с.
24. Пастухов А.Г. Повышения надежности карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники / диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук // *Московский агроинженерный университет им. В.П. Горячкина*. Москва, 2008. 344 с.
25. Тимашов Е. П., Тимашов А.П., Миненко А.А. Термометрическая диагностика карданного шарнира привода жатки CERIO 770 // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2020. № 2 (26). С. 94-105.
26. Pastukhov A., Timashov E., Kravchenko I.N., Parnikova T. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies. *Engineering for rural development*. 2020. С. 107-113
27. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Технология термометрического неразрушающего контроля агрегатов механических трансмиссий // *Агроинженерия*. 2020. № 2 (96). С. 33-39.

28. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Элементы перспективной механизированной технологии переработки початков семенной кукурузы // *Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК»*. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 455-462.
29. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г. Бионические основы конструирования молотильно-сепарирующих систем для початков кукурузы: монография. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. 168 с.
30. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Черников Р.В. Пневматическая система дифференцированного обмолота кукурузы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т.13 №4. С. 42-47.

### References

1. Marinchenko T.E., Kuzmin V.N., Korolkova A.P., Gorycheva A.V. Rezultaty innovacionnoj deyatel'nosti i nauchno-tehnologicheskogo razvitiya sel'skogo hozyajstva [Results of innovation and scientific and technological development of agriculture]: nauch. analit. obzor. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2019. 232 s.
2. Burak P.I., Golubev I.G., Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Gol'tyapin V.YA. Sostoyanie i perspektivy obnovleniya parka sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Status and prospects of agricultural machinery fleet renewal]: nauch. analit. obzor. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2019. 152 s.
3. Izmajlov A.Yu., Rozhin V.F., Shilova E.P., Ivanov M.V., Kynev D.N. Obosnovanie uborochno-transportnyh processov v selekcionnyh tekhnologiyah [Justification of harvesting and transportation processes in selection technologies] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. T. 12. N1. S. 4-9. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-4-9.
4. Al't V.V. Sovokupnost' informacionnyh tekhnologij i ih rol' v avtomatizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva [The totality of information technologies and their role in the automation of agricultural production] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. T. 12. N1. S. 9-12. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-9-15.
5. Rubcov I.V., Rusanova O.G., Godzhaev Z.A. Ispol'zovanie tekhnologij special'nogo naznacheniya v sel'skohozyajstvennoj robototekhnike [Use of special-purpose technologies in agricultural robotics] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. T. 12. N1. S. 37-41. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-37-41. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-37-41.
6. Zhalnin E.V., Cench YU.S., P'yanov V.S. Metodika analiza tekhnicheskogo urovnya zernoborochnykh kombajnov po funkcional'nym i konstruktivnym parametram [Procedure for analysis of technical level of combine harvesters by functional and structural parameters] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. T. 12. N2. S. 4-8. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-4-8.
7. Izmajlov A.Yu., Lobachevskij Ya.P., Horoshenkov V.K., Smirnov I.G., Goncharov N.T., Luzhnova E.S. Optimizaciya uproavleniya tekhnologicheskimi processami v rastenievodstve [Optimization of process control in crop production] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. T. 12. N3. S. 4-11. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-4-11.
8. Yunusbaev N.M. 3D-skanirovanie v tekhnologii remonta detalej i uzlov traktorov i avtomobilej [3D scanning in the technology of repairing parts and assemblies of tractors and cars] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. T. 13. N1. S. 4-8. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-1-4-8.
9. Zavrzhnov A.A. Izmajlov A.Yu., Zavrzhnov A.I., Lobachevskij Ya.P., Lancev V.Yu. Innovacionnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya promyshlennogo pitomnikovodstva [Innovative technologies and technology for industrial nursery management] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. T. 13. N4. S. 16-24. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-16-24.
10. Bryuhanov A.Yu., Vasil'ev E.V., Shalavina E.V., Uvarov R.A. Metody resheniya ekologicheskikh problem v zhivotnovodstve i pticevodstve [Methods of solving environmental problems in livestock and poultry farming] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. T. 13. N14. S. 32-37. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-32-37.
11. Chernoiyanov V.I., Gabitov I.I., Negovora A.V. Cifrovye tekhnologii i elektronnye sredstva v sisteme tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtotraktornoj i kombajnovoj tekhniki [Digital technologies and electronic tools in the system of maintenance and repair of automotive and combine machinery] // *Trudy GOSNITI*. 2018. T. 130. S. 74-81.
12. Petrishchev N.A., Dankov A.A., Makarkin I.M., Pospelov A.R., Sayapin A.S. Sredstva kontrolya kachestva dlya resheniya zadach proizvodstvennoj sistemy sel'hozmashinostrotelej [Quality control tools for solving the problems of the production system of agricultural machine builders] // *Trudy GOSNITI*. 2018. T. 131. S. 66-73.
13. Shilo I.N., Romanyuk N.N., Tolochko N.K. Innovacionnye tekhnologii tekhnicheskogo servisa v sel'skom hozyajstve [Innovative technologies of technical service in agriculture] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2018. T. 132. S.19-25
14. Kushnarev L.I., Mishina Z.N. K koncepcii firmennogo tekhnicheskogo servisa mashin i oborudovaniya [To the concept of branded technical service of machines and equipment] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2018. T. 133. S. 63-69.
15. Gabitov I.I., Negovora A.V., Razyapov M.M., Gusev D.A. Optimizaciya teplovogo processa podgotovki sel'skohozyajstvennoj tekhniki v usloviyah nizkix temperature [Optimization of heat process of agricultural machinery preparation in low temperature conditions] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N1 (134). S. 122-130.
16. Kaperzov A.O., Gerasimov V.S., Ignatov V.I. Vozmozhnost' ispol'zovaniya CALS (IPI) - tekhnologij pri formirovanii sistemy utilizacii tekhniki v APK [Possibility of using CALS (IPI) - technologies when forming a system for recycling equipment in the agro-industrial complex] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N2 (135). S. 151-157.
17. Lopatina Yu.A. Primenenie 3D-pechati metodom FDM pri remonte mashin i oborudovaniya [Application of 3D printing by FDM method in repair of machines and equipment] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N3 (136). C. 40-45.
18. Dorohov A.S., Gerasimov V.S., Ignatov V.I., Buryakov V.S. Ispol'zovanie cifrovyyh tekhnologij pri formirovanii sistemy utilizacii vyvedennoj iz ekspluatatsii tekhniki [The use of digital technologies in the formation of a system for the disposal of decommissioned equipment] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N4 (137). C. 109-117.

19. Dorohov A.S., Kostomahin M.N., Petrishchev N.A., Makarkin I.M., Sayapin A.S., Ivleva I.B. Proekt cifrovoy sistemy dlya diagnostirovaniya resursoopredelyayushchih uzlov korobok peremeny peredach s gidravlicheskim upravleniem mobil'nyh energeticheskikh sredstv [Design of digital system for diagnostics of resource-determining units of gearboxes with hydraulic control of mobile power facilities] // *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N4 (137). S. 83-95.
20. Mel'nikova L.I., Shvedova V.V. Sistemnyj analiz pri sozdanii i osvoenii ob'ektov tekhniki [System analysis when creating and mastering equipment objects]. M.: VNIPI, 1991. 85 s.
21. Kubarev A.I. Nadezhnost' v mashinostroenii: nauch. Izdanie [Reliability in mechanical engineering]. M.: Izdatel'stvo standartov, 1989. 224 s.
22. Nadezhnost' mashinostroitel'noj produkcii: prakticheskoe rukovodstvo po normirovaniyu, podtverzheniyu i obespecheniyu: proizv. izdanie [Reliability of Machine-Building Products: Practical Guide to Standardization, Confirmation and Support]. M.: Izdatel'stvo standartov, 1990. 328 s.
23. Erohin M.N., Pastuhov A.G. Nadezhnost' kardannyh peredach transmissij sel'skohozyajstvennoj tekhniki v ekspluatatsii [Reliability of drive shafts of agricultural machinery transmissions in operation]: monografiya. Belgorod: Izdvo BelGSKHA, 2008. 160 s.
24. Pastuhov A.G. Povysheniya nadezhnosti kardannyh peredach transmissij sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Improving the reliability of gearboxes of agricultural machinery transmissions] / dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk // *Moskovskij agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina*. Moskva, 2008. 344 s.
25. Timashov E. P., Timashov A.P., Minenko A.A. Termometricheskaya diagnostika kardannogo shar-nira privoda zhatki CERIO 770 [Thermometric diagnostics of CERIO 770 pinion drive gimbal joint] // *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy*. 2020. № 2 (26). S. 94-105.
26. Pastukhov A., Timashov E., Kravchenko I.N., Parnikova T. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies. *Engineering for rural development*. 2020. C. 107-113
27. Pastuhov A.G., Timashov E.P. Tekhnologiya termometricheskogo nerazrushayushchego kontrolya agregatov mekhanicheskikh transmissij [Thermometric non-destructive testing of mechanical transmission units] // *Agroinzheneriya*. 2020. № 2 (96). S. 33-39.
28. Pastuhov A.G., Baharev D.N. Elementy perspektivnoj mekhanizirovannoj tekhnologii pererabotki pochatkov semennoj kukuruzy [Elements of a promising mechanized technology for processing seed corn cobs] // *Materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii «Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK»*. M.: FGBNU «Rosin-formagrotekh», 2020. S. 455-462.
29. Baharev D.N., Vol'vak S.F., Pastuhov A.G. Bionicheskie osnovy konstruirovaniya molotil'no-separiruyushchih sistem dlya pochatkov kukuruzy [Bionic basis of design of threshing-separating systems for corn cobs]: monografiya. Majskij: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2018. 168 s.
30. Pastuhov A.G., Baharev D.N., Vol'vak S.F., Chernikov R.V. Pnevmaticheskaya sistema differen-cirovannogo obmolota kukuruzy [Differential maize threshing pneumatic system] // *Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. T.13 №4. S. 42-47.

#### Сведения об авторах

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

Тимашов Евгений Петрович, кандидат 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. 8-4722-392390, E-mail: timachov@mail.ru

Бахарев Дмитрий Николаевич, кандидат 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. 8-4722-391233, E-mail: baharevdn\_82@mail.ru

#### Information about authors

Pastukhov Alexander G., Dr, professor, head of department of technical mechanics and machinery design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru

Timashov Evgeny P., candidate of technical Sciences, associate professor of the department of technical mechanics and machinery design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-4722-391233, E-mail: timachov@mail.ru

Baharev Dmitriy N., candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical mechanics and machinery design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-4722-391233, E-mail: baharev\_dn@bsaa.edu.ru

УДК 631.363:636.086.5

*С.В. Вендин, В.А., Ю.В. Саенко, М.А. Семернина*

## ДРОБИЛКА ДЛЯ ЗЕРНА С КОМБИНИРОВАННОЙ ДРОБИЛЬНОЙ КАМЕРОЙ

**Аннотация.** Промышленный способ ведения животноводства и птицеводства заключается в их безвыгульном содержании в помещении, в котором поддерживаются оптимальные условия жизнеобеспечения. Для кормления животных и птицы на комплексах используют комбикорма. Пищеварительная система животных приспособлена к поеданию различных кормов, в том числе зеленых кормов, которые содержат необходимые витамины, а также макро и микроэлементы. Одним из способов добавления в комбикорма естественных витаминов, макро и микроэлементов является введение в них подготовленного пророщенного зерна. Для равномерного распределения пророщенного зерна в комбикорме, его необходимо измельчить до размеров комбикорма 0,9-1,4 мм, затем перемешать. Чтобы полученная смесь могла длительно храниться без прокисания, пророщенное зерно должно иметь влажность 14%. В статье представлено общее устройство, принцип работы и технологические регулировки дробилки пророщенного высушенного зерна с комбинированной дробильной камерой. Приведена методика определения крупности измельченных частиц пророщенного зерна с использованием отсева. Нами выполнены экспериментальные исследования по определению энергоёмкости процесса на степень измельчения пророщенного зерна. Получены результаты распределения частиц измельченного пророщенного зерна пшеницы по решетам после измельчения экспериментальной двух барабанной дробилкой. Приведены технологические показатели работы дробилки и её технические характеристики. Представлены поверхности отклика и двумерные сечения: модуля помола пророщенного зерна от частоты вращения дробильного барабана и толщины молотков, поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от угла заточки ножа и угловой скорости ножевого барабана, поверхность отклика энергоёмкости измельчения пророщенного зерна от угла заточки ножа и угловой скорости ножевого барабана.

**Ключевые слова:** угол заточки, энергоёмкость, степень измельчения, нож, измельчающий аппарат.

## GRAIN CRUSHER WITH COMBINED CRUSHING CHAMBER

**Abstract.** The industrial method of livestock and poultry farming is to keep them without range in a room in which an optimal microclimate is maintained. For feeding animals and poultry, the complexes use compound feed. The digestive system of animals is adapted to eat various feeds, including green feeds, which contain essential vitamins, as well as macro and microelements. One of the ways to add natural vitamins, macro and microelements to compound feed is to introduce prepared germinated grain into them. In order to evenly distribute the germinated grain in the compound feed, it must be crushed to the size of the compound feed 0.9-1.4 mm, then mixed. In order for the resulting mixture to be stored for a long time without souring, the germinated grain must have a moisture content of 14%. The article describes the general structure, principle of operation and technological adjustments of the proposed crusher of germinated dried grain. The method for determining the size of the crushed particles of germinated grain using a sieve is presented. We have carried out experimental studies to determine the energy intensity of the process for the degree of grinding of germinated grain. The results of the distribution of particles of crushed germinated wheat grain on sieves after grinding with an experimental two drum crusher were obtained. The technological indicators of the crusher operation and its technical characteristics are given. The response surfaces and two-dimensional sections are presented: the germinated grain grinding module from the rotational speed of the crushing drum and hammer thickness, the response surface of the germinated grain grinding module from the knife sharpening angle and the knife drum angular velocity, the response surface of the germinated grain grinding energy consumption from the knife sharpening angle and the knife angular velocity drum.

**Key words:** sharpening angle, energy consumption, degree of grinding, knife, grinding device.

**Введение.** На современных свиноводческих комплексах в большинстве случаев используют концентратный тип кормления и выдают сухой комбикорм. В таких условиях у животных возникает недостаток естественных витаминов, белков, макро и микроэлементов, который компенсируют введением в корм искусственными веществами [1, 2].

Отсутствие естественных витаминов, макро и микроэлементов способствует снижению темпов роста, ухудшению иммунитета молодняка, снижению репродуктивных функций свиноматок и хряков и как следствие снижению темпов производства свинины в целом. Зоотехники отмечают, что указанный недостаток в витаминов, макро- и микроэлементов в комбикормах можно компенсировать, если вводить в рацион животных пророщенное зерно.

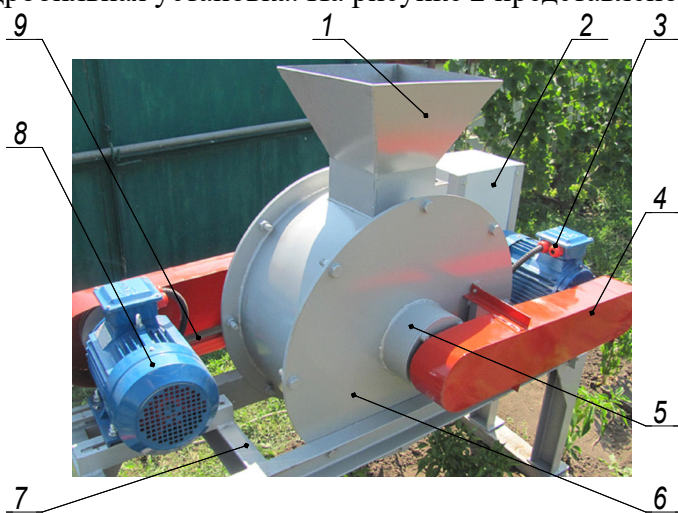
Линия приготовления и раздачи корма построена таким образом, что комбикорм приготавливают на заводе, затем транспортируют автомобилями на животноводческий, или птицеводческий комплекс и выгружают в бункер накопитель. Затем тросово-шайбовый, или спиральный транспортер перемещает комбикорм к кормушкам [2, 3]. Предложенную дробилку

можно установить на комбикормовом заводе и добавлять пророщенное зерно сразу в комбикорм. Или установить на животноводческом комплексе и добавлять пророщенное зерно в комбикорм перед выдачей в кормушки [3, 4].

Сухое пророщенное зерно состоит из зерновки и ростка, которые отличаются по плотности, физико-механическим свойствам. Известно, что для измельчения зерновки применяют рабочие органы – молотки, а для измельчения ростков используют ножи. Предложенная дробилка для пророщенного высушенного зерна отличается тем, что оборудована двумя измельчающими барабанами, на одном из которых установлены молотки, а на другом – ножи. При этом вращение барабанов организовано во взаимно-противоположном направлении при помощи двух электродвигателей через клиноременные передачи. С целью уменьшения расстояния на перемещение массы от одного измельчающего аппарата к другому измельчающие барабаны установлены соосно. Поэтому процесс измельчения пророщенного зерна происходит в одной комбинированной измельчающей камере [5, 6, 7].

**Основная часть.** Дробилки, которые используют в сельском хозяйстве для измельчения зерна в качестве рабочих органов оборудованы молотками. Но такие дробилки не способны измельчить неоднородные материалы такие как пророщенное зерно. Некоторые дробилки могут быть оборудованы двумя измельчающими камерами [8, 9, 10].

Есть конструкции молотковых дробилок имеют две дробильные камеры, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Поэтому пророщенное зерно необходимо транспортировать от одной дробильной камеры до другой, на это требуются дополнительные затраты энергии. Для привода рабочих органов задействуют два привода, что усложняет конструкцию, делает её более металлоёмкой и повышает стоимость. Разработанная дробилка пророщенного высушенного зерна состоит из рамы, на которой размещены [6, 7]: комбинированная дробильная камера с загрузочным бункером и выгрузным отверстием. На раме установлены электродвигатели с ременными передачами, которые закрыты защитными кожухами и шкаф управления. Предлагаемая дробилка пророщенного высушенного зерна обеспечивает повышение равномерности измельчения зерна и ростков пророщенного зерна за счёт применения дробильных молотков, расположенных на внешнем барабане и ножей, расположенных на внутреннем барабане. Снижение энергоёмкости процесса измельчения за счёт размещения дробильных барабанов на одной оси вращения. На рисунке 1 представлена экспериментальная дробильная установка. На рисунке 2 представлено измерение силы тока.



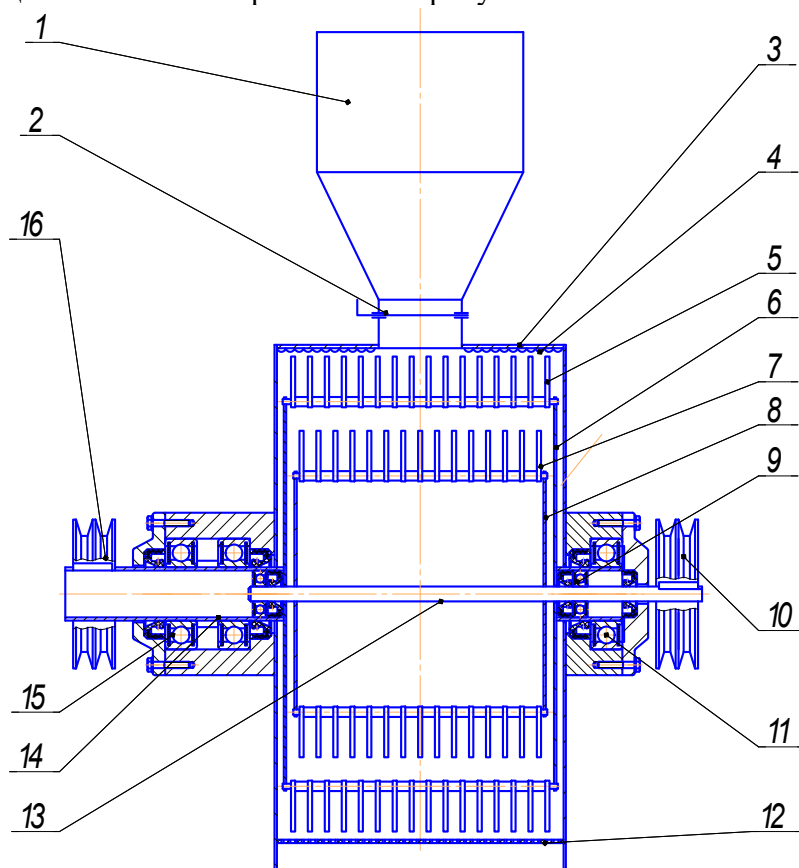
1 – бункер загрузочный; 2 – шкаф управления; 3 – электродвигатель для привода внешнего барабана; 4 – кожух защитный; 5 – корпус подшипников; 6 – камера дробильная комбинированная; 7 – рама; 8 – электродвигатель для привода внутреннего барабана; 9 – передача ременная

Рис. 1 - Экспериментальная дробильная установка



Рис. 2 – Измерение силы тока

Устройство и принцип работы дробилки пророщенного высушенного зерна будут понятны из следующего описания и прилагаемого рисунка 3.



1 – Бункер загрузочный; 2 – заслонка дозирующая; 3 – камера дробильная комбинированная; 4 – дека; 5 – молоток; 6 -внешний дробильный барабан; 7 – нож; 8 – ножевой барабан; 9 – внутренний подшипник; 10 – шкив; 11 – внешний подшипник; 12 – решето; 13 – вал внутренний; 14 – вал внешний; 15 – подшипник внешний; 16 – шкив

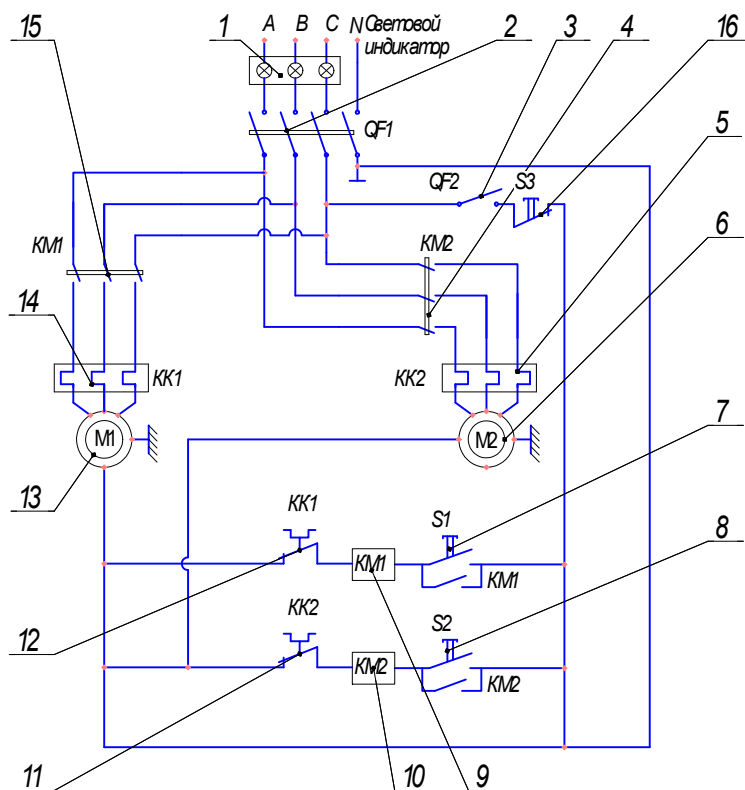
**Рис. 3 – Комбинированная дробильная камера**

Дробильная установка пророщенного высушенного зерна работает следующим образом. В загрузочный бункер 1 (рисунок 3) загружают пророщенное высушенное зерно с ростками и корешками. При помощи дозирующей заслонки 2 через отверстие в нижней части загрузочного бункера 1 пророщенное высушенное зерно с ростками и корешками подают через загрузочную горловину в комбинированную дробильную камеру 3. Ножевой барабан 8 приводят во вращение посредством электродвигателя через шкив 10. Внешний барабан 6 приводят в работу от электродвигателя, клиноременную передачу, через внешний вал 14, шкив 16. После взаимодействия пророщенного зерна с молотками 5, ножами 7, декой 4 происходит измельчение пророщенного зерна [11, 12]. Затем измельченная масса через отверстия решета 12 выходит из комбинированной дробильной камеры на следующие технологические операции.

Электрическая схема управления дробилки пророщенного зерна представлена на рисунке 4. Работает электрическая схема следующим образом.

Световой индикатор 1 загорается и подтверждает наличие тока в каждой из трех фаз электрической цепи. При замыкании контактов выключателя 2 происходит замыкание цепи и ток поступает на контакторы. Выключатель 3 замыкает цепь управления и ток поступает к кнопкам включения 7 и 8 электродвигателей 13 и 6. Для уменьшения пусковых токов в сети электродвигатели 13 и 6 включают последовательно с интервалом 2, 3 мин. При включении кнопки 7 ток подают на катушку 9 и происходит замыкание контактов контактора 15 в результате запускают электродвигатель 13, который приводит во вращения барабан с установленными молотками по направлению вращения часовой стрелки. Затем через 2, 3 минуты вклю-

чают кнопку 8 и подают ток на катушку 10 замыкают контакты контактора 4 происходит включение электродвигателя 6, который приводит во вращения барабан с установленными ножами против направления вращения часовой стрелки. Через 2, 3 минуты после включения второго электродвигателя через открытую дозирующую заслонку производят подачу пророщенного зерна в комбинированную дробильную камеру.



1 - световой индикатор; 2, 3 - пакетный выключатель; 4, 15 – контактор; 5, 14 – тепловое реле; 6, 13 – электродвигатель; 7, 8 – контакты; 9, 10 – катушка; 11, 12 – контакты

**Рис. 4 - Схема управления дробилкой пророщенного зерна**

Мощность электроэнергии, которую электродвигатели потребляли из сети рассчитывали по выражению:

$$P_c = U \cdot I \cdot \sqrt{3}, \quad (1)$$

где  $U$  – напряжение одной фазы, В;  $I$  – сила тока, А.

Мощность, которую электродвигатель развивал на валу определяли по выражению:

$$N_B = P_c \cdot \cos\varphi \cdot \eta, \quad (2)$$

где  $\cos\varphi$  – коэффициент мощности электродвигателя;  $\eta$  – коэффициент полезного действия электродвигателя.

При расчете энергоёмкости процесса измельчения учитывали степень измельчения продукта. Энергоёмкость измельчения определяли по выражению:

$$\mathcal{E}_H = \frac{N_{\text{изм}}}{Q \lambda}, \quad (3)$$

где  $N_{\text{изм}}$  - мощность, используемая на измельчение, кВт;  $Q$  - производительность измельчающего аппарата, т/ч;  $\lambda$  - степень измельчения материала.

На рисунке 5 представлена зависимость энергоёмкости процесса измельчения от степени измельчения.

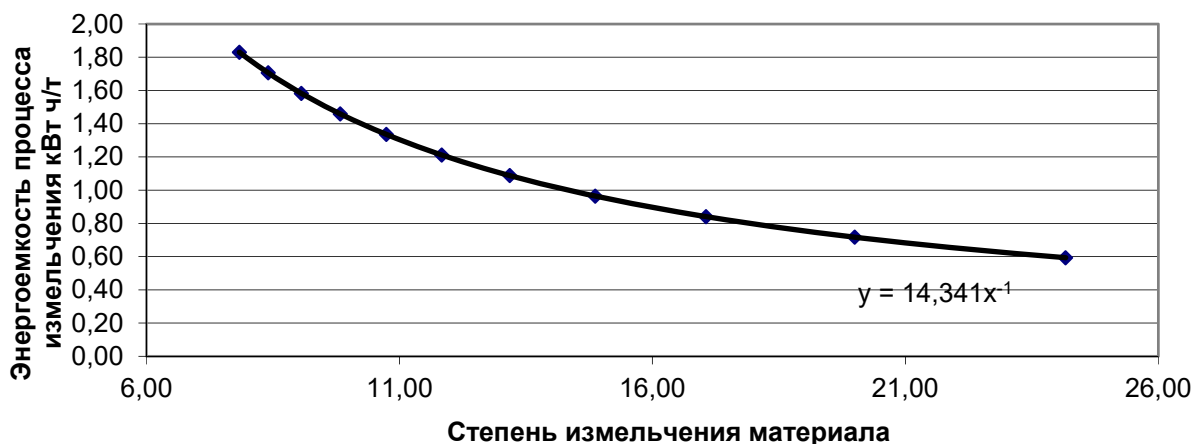
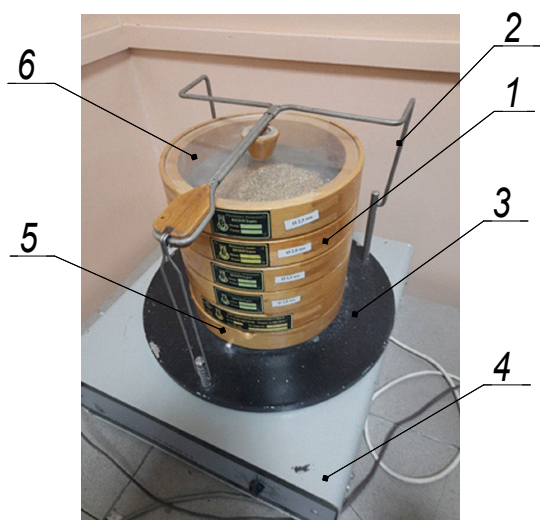


Рис. 5 - Зависимость энергоёмкости процесса измельчения от степени измельчения

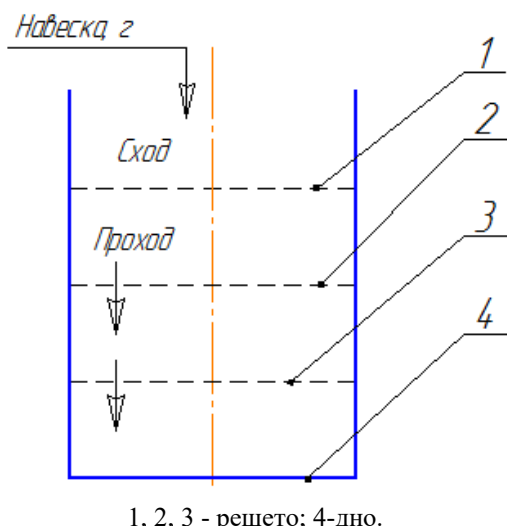
Из графика можем сделать вывод, что при пропускной способности экспериментальной дробилки 520 кг/ч и снижении степени измельчения пророщенного зерна с 7,84 до 24,17 затраты электроэнергии на измельчение одной тонны материала снизятся с 1,83 до 0,59 кВт ч/т. Такую закономерность можно объяснить тем, что при измельчении частицы происходят, во-первых, увеличение количества измельченных частиц, а во-вторых увеличение площади их поверхности.

**Определение крупности измельченных частиц пророщенного зерна.** После осуществления измельчения пророщенного зерна с использованием разработанной дробилки отбирали пробу массой 50 г и помещали её на верхнее решето рассева. На рассеве У1-ЕРЛ (рисунок 6) устанавливали решета с круглыми отверстиями диаметром 0,0005, 0,001, 0,0015, 0,002, 0,0025 м. Решета с наименьшими отверстиями были сверху с наибольшими отверстиями располагались внизу. Нижняя тарелка без отверстия. Рассев включали на 7 минут. В процессе работы рассева масса делилась по размерам от большей фракции к меньшей (сверху вниз) (рисунок 7) [12, 13]. Затем при помощи весов взвешивали сход с каждого решета и определяли в процентах.



1 - решето; 2 - крепление; 3 - подвижное основание; 4 - корпус; 5-дно; 6 – крышка.

Рис. 6- Рассев У1-ЕРЛ



1, 2, 3 - решето; 4-дно.

Рис. 7 - Принцип работы рассева

Специалисты указывают, что для кормления свиней размер частиц комбикорма должен находиться в интервале 0,9-1,4 мм. После распределения измельченного пророщенного зерна



по решетам отсева с учетом необходимых размеров, а также переизмельченных и недоизмельченных частиц гистограмма распределения имеет вид (рисунок 8).



Рис. 8 – Средний размер частиц измельченного пророщенного зерна

При измельчении пророщенного высушенного ячменя пропускную способность у дробилки зарегистрировали на отметке 505 кг/ ч. Анализируя качественные показатели работы отметим, что недоизмельченная фракция составила 3,3%, переизмельченная фракция 1,8%, требуемая фракция 93,41%, потери получились порядка 1,49%.

При измельчении пророщенной высушенной пшеницы пропускную способность у дробилки зарегистрировали на отметке 522 кг/ ч. Анализируя качественные показатели работы отметим, что недоизмельченная фракция составила 3,35%, переизмельченная фракция 1,4%, требуемая фракция 93,61%, потери получились порядка 1,64%.

В таблицах 1, 2 представлен размер частиц пророщенного высушенного измельченного ячменя и пшеницы соответственно.

Таблица 1 - Размер частиц пророщенного высушенного измельченного ячменя

Диаметр отверстий решета, мкм	500,00	1000,00	1500,00	2000,00	2500,00
Процентное содержание частиц	3,20	47,20	45,00	1,40	1,90

Гистограмма распределения частиц измельченного пророщенного зерна ячменя по решетам отсева отображена на рисунке 9.

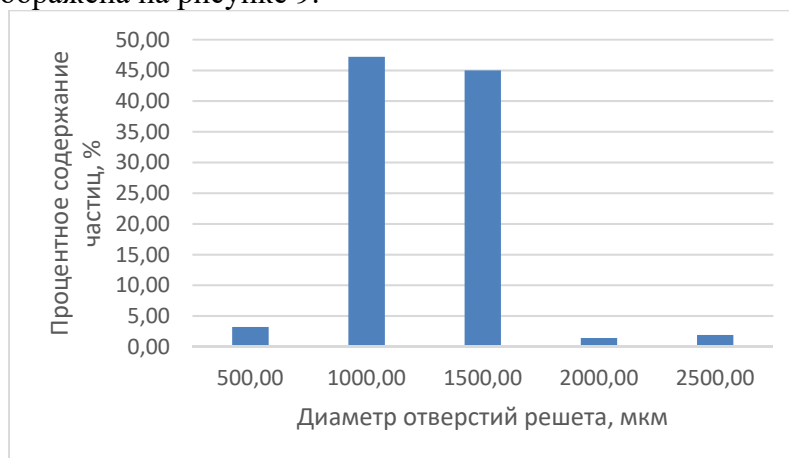


Рис. 9 - Распределение частиц измельченного пророщенного зерна ячменя по решетам

Таблица 2. Размер частиц пророщенной высушенной измельченной пшеницы

Диаметр отверстий решета, мкм	500,00	1000,00	1500,00	2000,00	2500,00
Процентное содержание частиц	2,90	44,20	47,40	1,50	1,85

Гистограмма распределения частиц измельченного пророщенного зерна пшеницы по решетам отображена на рисунке 10.

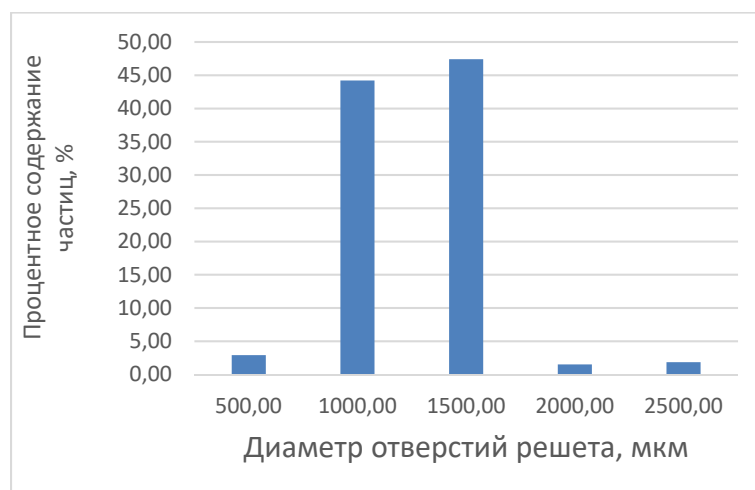


Рис. 10 - Распределение частиц измельченного пророщенного зерна пшеницы по решетам

В качестве критерия эффективности измельчения приняли один параметр - модуль помола [14].

В таблице 3 представлены значения факторов, влияющих на модуль помола пророщенного зерна в дробильном барабане.

Таблица 3 - Значения факторов, влияющие на модуль помола пророщенного зерна в дробильном барабане

Обозначение	Наименование фактора	Уровни варьирования факторов		
		-1	0	+1
X <sub>1</sub>	Частота вращения дробильного барабана, пмин <sup>-1</sup>	2000	2500	3000
X <sub>2</sub>	Толщина молотка, мм;	0,002	0,003	0,004
X <sub>3</sub>	Диаметр барабана, D <sub>б</sub> м;	0,6	0,65	0,7

В таблице 4 представлены значения факторов, влияющих на модуль помола пророщенного зерна в ножевом барабане.

Таблица 4 - Значения факторов, влияющие на модуль помола пророщенного зерна в ножевом барабане

Обозначение	Наименование фактора	Уровни варьирования факторов		
		-1	0	+1
X <sub>1</sub>	Угол заточки лезвия ножа, γ <sub>н</sub>	10	20	30
X <sub>2</sub>	Расстояние между ножами, мм	7	14	21
X <sub>3</sub>	Угловая скорость ножевого барабана, пмин <sup>-1</sup>	2000	2500	3000

Обработка результатов экспериментальных исследований, в соответствии с планом [14], позволила получить уравнения регрессии, учитывающее влияние воздействующих факторов на модуль помола пророщенного зерна после аппарата первичного измельчения Мп<sub>1</sub>,%. Уравнение регрессии в натуральных значениях факторов имеет вид:

$$M_{п1} = -18,08 + 0,0007\omega_б + 9,97h_m + 0,57D_б + 0,000002\omega_б^2 - 0,00028\omega_б h_m - 0,000065\omega_б D_б + 4,76h_m^2 - 0,15h_m D_б - 0,003D_б^2, \quad (4)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения регрессии составляет R=87,27%. Полученная математическая модель была подвергнута проверке по критерию Фишера F<sub>p</sub>=8,38 > F<sub>табл</sub>=2,95 [14]. Сравнение расчетного и табличного критерия Фишера показало адекватность полученной математической модели, значимость их коэффициентов и достоверность проведенных исследований.

Анализ уравнения регрессии (4) показал, что модуль помола пророщенного зерна после дробильного барабана, в области исследуемых факторов, составляет составил 2,33-2,93 и достигается при: ω<sub>б</sub> - угловой скорости дробильного барабана, 2550-2600 мин<sup>-1</sup>; h<sub>м</sub> - толщине молотка, 0,002-0,003 м; диаметре барабана, 0,6-0,62 м.

Обработка результатов экспериментальных исследований [14], позволила получить уравнения регрессии, учитывающее влияние воздействующих факторов на модуль помола М<sub>п2</sub> после ножевого барабана измельчения. Уравнение регрессии в натуральных значениях факторов имеет вид:

$$M_{п2} = 2,89 - 0,021\omega_б - 0,029b_n - 0,033\gamma_n + 0,0003\omega_б^2 + 0,00004\omega_бb_n - 0,00074\omega_б\gamma_n - 0,000043b_n^2 + 0,00077b_n\gamma_n - 0,00036\gamma_n^2, \quad (5)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения регрессии составляет R=93,96 %.

Полученная математическая модель была подвергнута проверке по критерию Фишера  $F_p = 16,15 > F_{табл} = 2,95$  [14]. Сравнение расчетного и табличного критерия Фишера показало адекватность полученной математической модели, значимость их коэффициентов и достоверность проведенных исследований.

Анализ уравнения регрессии (5) показал, что модуль помола пророщенного зерна после ножевого барабана, в области исследуемых факторов, составляет 1,25-1,3 и достигается при:  $\omega_б$  - угловой скорости дробильного барабана, 42 с<sup>-1</sup>;  $b_n$  расстояние между ножами, 20-22 мм;  $\gamma_n$  - угол заточки лезвия ножа, 14-15°. На рисунке 11 изображена поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от частоты вращения дробильного барабана и толщины молотков, и ее двумерные сечения при постоянных значениях других параметров.

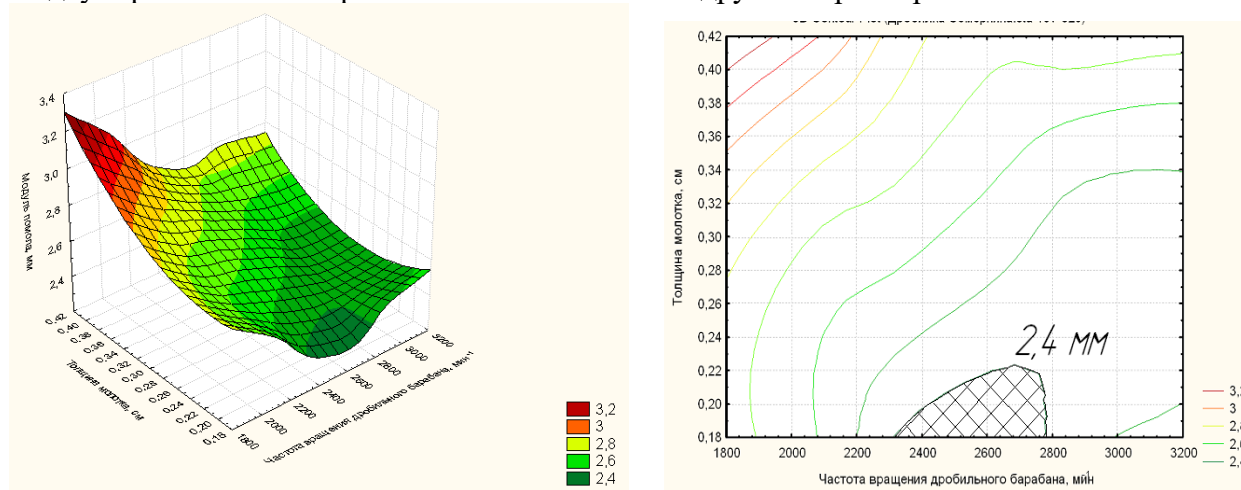


Рис. 11 – Поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от частоты вращения дробильного барабана и толщины молотков, и ее двумерные сечения

Проанализировав зависимость, сделаем вывод, что минимальное значение модуля помола будет 2,4 мм если частота вращения барабана с молотками составит 2300-2800 мин<sup>-1</sup> и толщина молотка будет составлять 2-2,3 мм. На рисунке 12 изображена поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от частоты вращения дробильного барабана и диаметра дробильного барабана, и ее двумерные сечения.

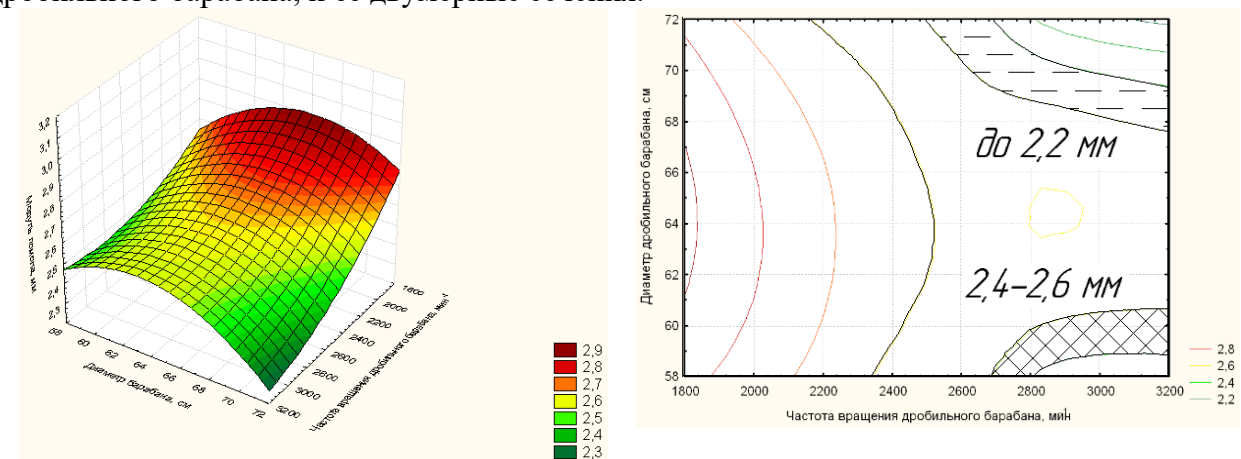


Рис. 12 – Поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от частоты вращения дробильного барабана и диаметра дробильного барабана, и ее двумерные сечения

Проанализировав поверхность отклика, укажем, что при частоте вращения барабана с молотками в интервале 2600-2820 мин<sup>-1</sup> и его диаметре 0,6-0,61 м модуль помола будет принимать минимальное значение 2,4-2,6 мм. Увеличение диаметра дробильного барабана может привести к неоправданному увеличению затраченного материала и, следовательно, повышению стоимости дробилки.

На рисунке 13 изображена поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от толщины молотков и диаметра дробильного барабана, и ее двумерные сечения.

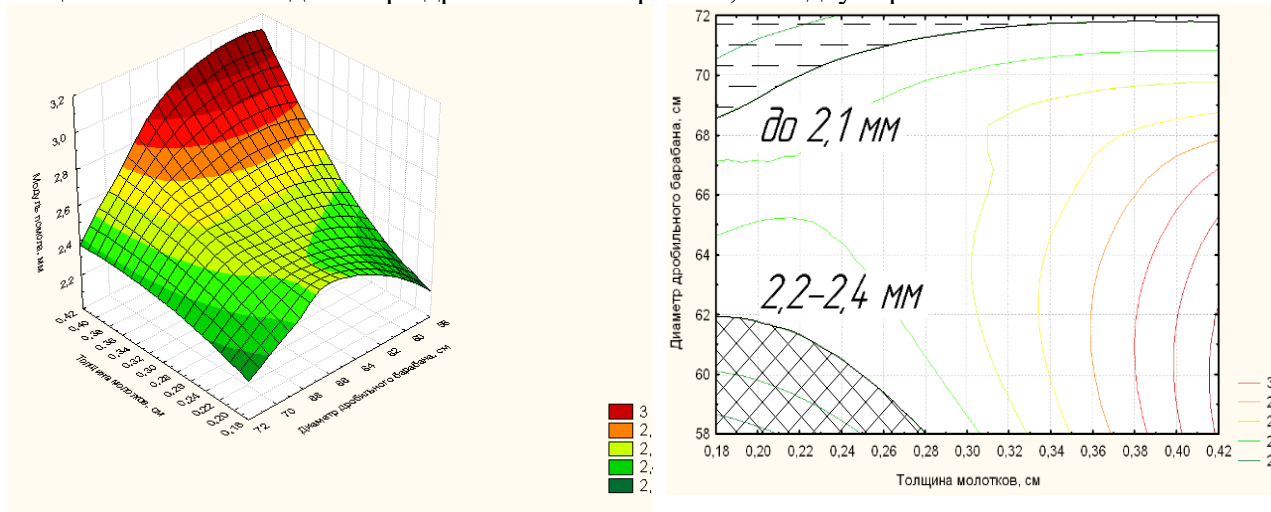


Рис. 13 – Поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от толщины молотков и диаметра дробильного барабана, и ее двумерные сечения

Анализируя рисунок, укажем, что если диаметр барабана с молотками будет составлять 0,6-0,62 м, а толщина молотков составит 0,018-0,028 м, то модуль помола будет составлять 2,2-2,4 мм. На рисунке 14 представлена поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от расстояния между ножами и угловой скорости ножевого барабана, и ее двумерные сечения.

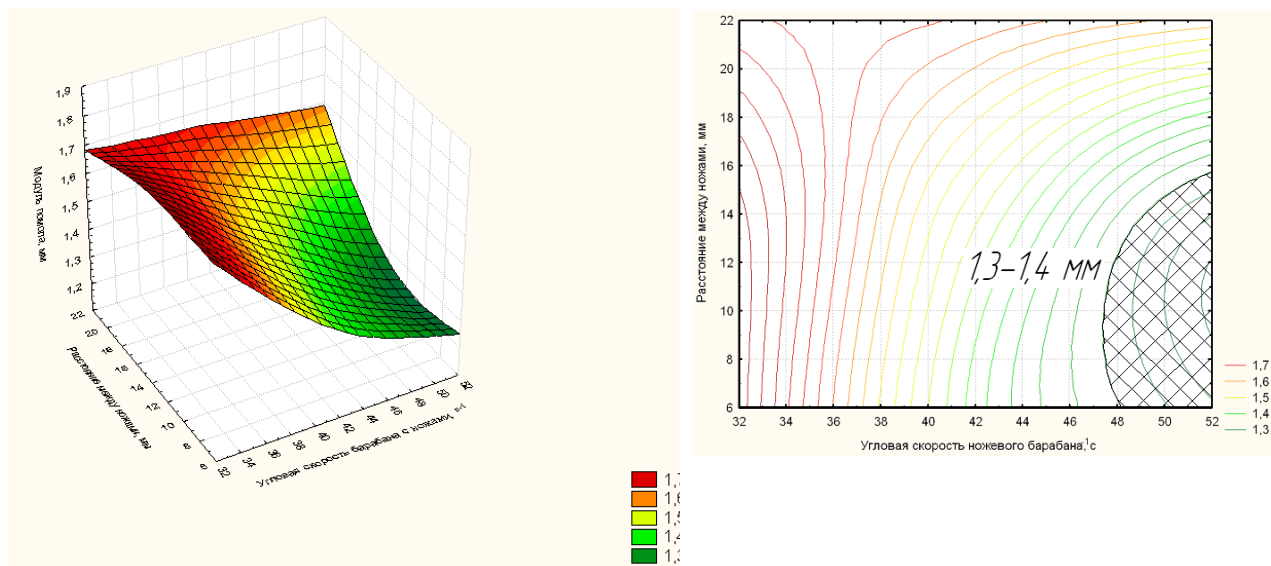
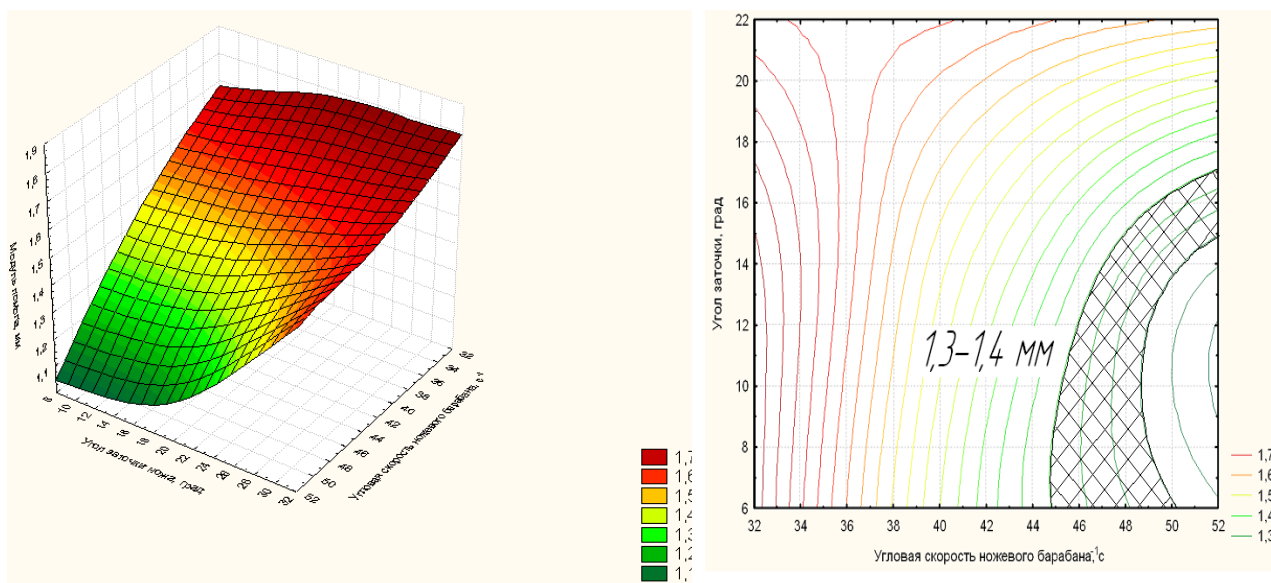


Рис. 14 – Поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от расстояния между ножами и угловой скорости ножевого барабана, и ее двумерные сечения

Из рисунка можем сделать вывод, что, выполняя одновременное измельчение двумя барабанами нужный модуль помола 1,3-1,4 мм будет в том случае, если угловая скорость ножевого барабана будет равна 48-50 с<sup>-1</sup> и расстояние между ножами будет 7-17 мм. С уменьшением угловой скорости до значения 37 с<sup>-1</sup> и менее модуль помола станет больше необходимого значения 1,4 мм [12, 13].

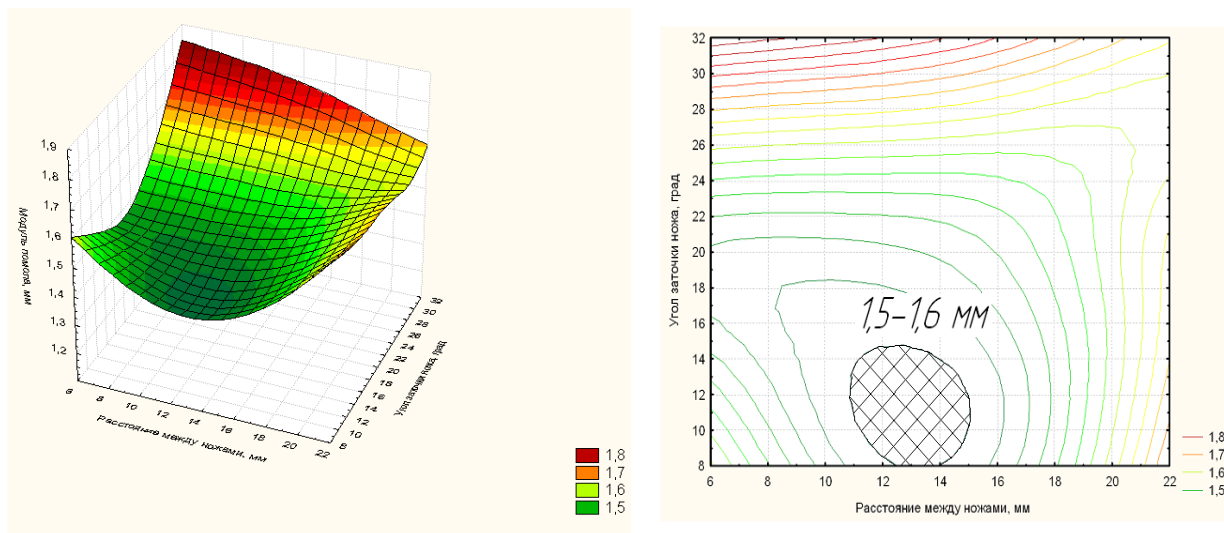
На рисунке 15 представлена поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от угла заточки ножа и угловой скорости ножевого барабана, и ее двумерные сечения.



**Рис. 15 – Поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от угла заточки ножа и угловой скорости ножевого барабана, и ее двумерные сечения**

Выполнив анализ поверхности отклика, укажем, что при угловой скорости ножевого барабана  $45-50 \text{ с}^{-1}$  и угле заточки ножа  $12-16^\circ$  модуль помола будет иметь необходимое наименьшее значение  $1,3-1,4 \text{ мм}$ .

На рисунке 16 выполнена поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от угла заточки ножа и расстояния между ножами, и ее двумерные сечения.



**Рис. 16 – Поверхность отклика модуля помола пророщенного зерна от угла заточки ножа и расстояния между ножами, и ее двумерные сечения**

Из анализа поверхности отклика отметим, что наименьший модуль помола  $1,5-1,6 \text{ мм}$  будет при расстоянии между ножами  $12-14 \text{ мм}$ , а угол заточки ножей должен быть от  $13$  до  $15^\circ$ .

На рисунке 17 изображена поверхность отклика энергоемкости измельчения пророщенного зерна от угла заточки ножа и модуля помола, и ее двумерные сечения.

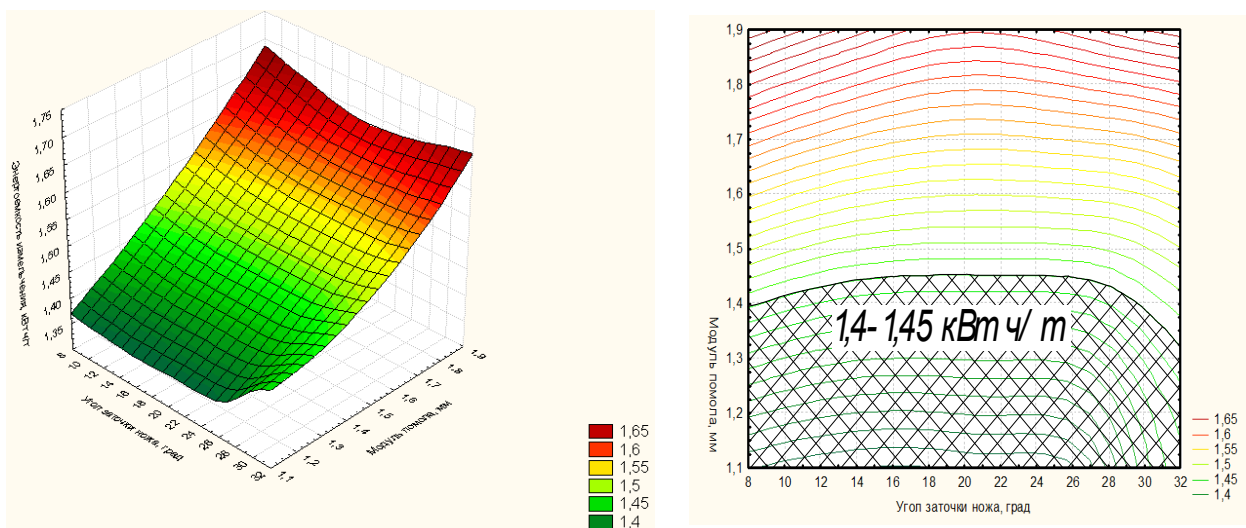


Рис. 17 – Поверхность отклика энергоёмкости измельчения пророщенного зерна от угла заточки ножа и модуля помола, и ее двумерные сечения

Выполнив анализ рисунка 17, укажем, что наименьшее значение энергоёмкости 1,4-1,45 кВт ч/т наблюдается при угле заточки ножа 14-18<sup>0</sup> и модуле помола 1,2-1,4 мм.

На рисунке 18 изображена поверхность отклика энергоёмкости измельчения пророщенного зерна от угла заточки ножа и угловой скорости ножевого барабана, и ее двумерные сечения.

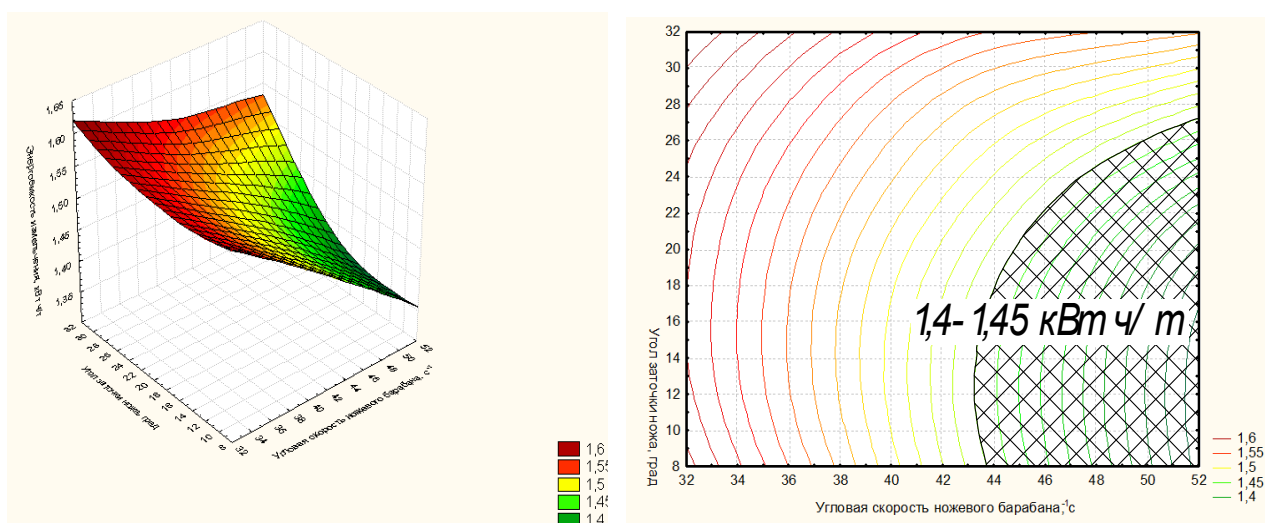


Рис. 18 – Поверхность отклика энергоёмкости измельчения пророщенного зерна от угла заточки ножа и угловой скорости ножевого барабана, и ее двумерные сечения

Из анализа поверхности отклика можем отметить, что наименьшее значение энергоёмкости принимает значения 1,4-1,45 кВт ч/т в том случае, если угловая скорость ножевого барабана будет равна 43-44 с<sup>-1</sup>, а угол заточки ножа будет находиться в интервале 14-18<sup>0</sup>.

**Выводы.** В работе представили общее устройство, принцип работы и технологические регулировки дробильной установки пророщенного высушенного зерна.

1. Предложенная двухбарабанная дробилка, с соосно расположенными измельчающими барабанами обеспечивает выполнение следующих технологических операций: накопление пророщенного зерна в бункере; загрузку комбинированной дробильной камеры; измельчение зерновок осуществляют молотками, а ростков ножами до конечных размеров 0,9-1,4 мм; удаление измельченного материала из дробильной камеры.

2. Конструкция двухбарабанной дробилки обеспечивает равномерность измельчения пророщенного зерна 95...96±2%.

3. Экспериментально определены оптимальные конструктивные и режимные параметры дробильного барабана: D - диаметр дробильного барабана, 0,6...0,62 м; L - длина дробильного барабана, 0,3...0,32 м;  $n_1$  - частота вращения дробильного барабана, 2550-2600 мин<sup>-1</sup>. Конструктивные и режимные параметры ножевого барабана: d - диаметр ножевого барабана, 0,5...0,51 м;  $n_2$  - частота вращения режущего аппарата, 2500-2520 мин<sup>-1</sup>.

4. При измельчении пророщенного высушенного ячменя пропускную способность у дробилки зарегистрировали на отметке 505 кг/ч. Анализируя качественные показатели работы отметим, что недоизмельченная фракция составила 3,3%, переизмельченная фракция 1,8%, требуемая фракция 93,41%, потери получились порядка 1,49%.

5. При измельчении пророщенной высушенной пшеницы пропускную способность у дробилки зарегистрировали на отметке 522 кг/ч. Анализируя качественные показатели работы отметим, что недоизмельченная фракция составила 3,35%, переизмельченная фракция 1,4%, требуемая фракция 93,61%, потери получились порядка 1,64%.

#### Библиография

1. Курасов В.С., Припоров И.Е. Обоснование применения технологии приготовления белкового комбикорма // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. СПб.: 2019. № 4 (57). С. 223-228.
2. Курасов В.С., Соколенко О.Н. Технология производства гидропонного зеленого корма. Краснодар: КубГАУ, 2017.- 177 с.
3. Припоров И.Е., Курасов В.С., Шепелев А.Б. Система для приготовления комбинированного белкового корма с применением компьютерных устройств // Сельский механизатор. 2020. № 4. С. 26-27.
4. Труфанов В.В., Золотарев А.М., Дружинин Р.А., Яровой М.Н. К обоснованию рациональных режимных параметров ударно-центробежной дробилки // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2018. № 1 (56). С. 119-127.
5. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л.: Колос. 1978. 560 с.
6. Пат. RU 2692559 В02С 13/00 (2006.01), В02С 18/00 (2006.01), В02С 9/00 (2006.01), В02С 23/00 (2006.01) Дробилка пророщенного высушенного зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Казаков К.В., Семернина М.А. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. № 2018135786; заявл. 09.10.2018; опубл. 25.06.2019 г. Бюл. №18. 13 с.
7. Пат. RU 2493697 С1 А01К 5/02 Технологическая линия для подготовки к скармливанию пророщенного зерна: (2006.01) / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, А.Ю. Носуленко, В.А. Немыкин. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО БелГСХА № 2012102292; заявл. 23.01.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.
8. Воронин В.В., Акименко А.В., Коношин И.В., Чехунов О.А., Воронина Н.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование эффективности применения иглообразных рабочих элементов в дробилках решетного и безрешетного типа // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. Майский. 2019. № 4 (24). С.44-51.
9. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Бионические основы разработки и конструирования эффективных типов молотильно-сепарирующих устройств для кукурузы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. Майский, 2017. № 3 (15). С. 3-13.
10. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Вертий А.А., Корчагина Е.Е. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 1 (13). – С. 23-32.
11. Вендин С.В., Самсонов В.А., Саенко Ю.В., Семернина М.А. Обоснование конструктивных параметров ножей при резании плоского слоя продукта // Вестник всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. М.: №4 (24) 2019. с. 101-104.
12. Труфанов В.В., Тарабрин В.В., Дружинин Р.А. Снижение удельной энергии дробления ударно-центробежного измельчителя // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. №2. С. 277-281.
13. Вендин С.В., Саенко Ю.В. Измельчение пророщенного зерна для приготовления кормовых смесей: монография. - Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек. «БИБКОМ», 2017. 137 с.
14. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - 278 с.

#### References

1. Kurasov V.S., Priporov I.E. Obosnovanie primeneniya tekhnologii prigotovleniya belkovogo kombikorma [Justification of the application of technology for the preparation of protein feed]. (Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta). SPb. 2019. № 4(57). Pp. 223-228.
2. Kurasov V.S., Sokolenko O.N. Tekhnologiya proizvodstva gidroponnogo zelenogo korma [Hydroponic green food production technology]. monografiya: Krasnodar: KubGAU. 2017. 177 p.
3. Priporov I.E., Kurasov V.S., Shepelev A.B. Sistema dlya prigotovleniya kombinirovannogo belkovogo korma s primeneniem komp'yuternyh ustrojstv [System for preparing combined protein feed using computer devices]. // Sel'skij mekhanizator, 2020. №4. Pp. 26-27.

4. Trufanov V.V., Zolotarev A.M., Druzhinin R.A., Yarovoj M.N. K obosnovaniyu racional'nyh rezhimnyh parametrov udarno-centrobezhnoj drobilki [To the substantiation of rational operating parameters of the impact centrifugal crusher] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2018. №1(56). Pp. 119-127.
5. Mel'nikov S.V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskih ferm. [Mechanization and automation of livestock farms]. L.: Kolos. 1978. 560 p.
6. Pat. RU 2692559 B02C 13/00 (2006.01), B02C 18/00 (2006.01), B02C 9/00 (2006.01), B02C 23/00 (2006.01) Drobilka proroshchennogo vysushennogo zerna. [Sprouted dried grain crusher]. / Vendin S.V., Saenko Y.V., Kazakov K.V., Semernina M.A. zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Belgorodskij GAU imeni V.YA. Gorina. № 2018135786; zayavl. 09.10.2018; opubl. 25.06.2019 g. Byul. №18. 13 p.
7. Pat. RU 2493697 C1 A01K 5/02 Tekhnologicheskaya liniya dlya podgotovki k skarmlivaniyu proroshchennogo zerna [Technological line for preparation for feeding sprouted grain]: (2006.01) / S.A. Bulavin, YU.V. Saenko, A.YU. Nosulenko, V.A. Nemykin. zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO BelGSKHA № 2012102292; zayavl. 23.01.2012; opubl. 27.09.2013, Byul. № 27.
8. Voronin V.V., Akimenko A.V., Konoshin I.V., Chekhunov O.A., Voronina N.A. Teoreticheskoe i eksperimental'noe obosnovanie effektivnosti primeneniya igloobraznyh rabochih elementov v drobilkah reshetnogo i bezreshetnogo tipa [Theoretical and experimental substantiation of the effectiveness of the use of needle-shaped working elements in crushers of sieve and sieveless type]. // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. Majskij. 2019. № 4 (24). Pp. 44-51.
9. Baharev D.N., Vol'vak S.F. Bionicheskie osnovy razrabotki i konstruirovaniya effektivnyh tipov molotil'no-separiruyushchih ustrojstv dlya kukuruzy [Bionic framework for the development and construction of effective types of threshing and separating devices for corn]. // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. Majskij, 2017. № 3(15). Pp. 3-13.
10. Vol'vak S.F., Baharev D.N., Vertij A.A., Korchagina E.E. Teoreticheskoe obosnovanie zatrat moshchnosti na izmel'chenie stebel'chatyh kormov izmel'chitelem s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami [Theoretical substantiation of power consumption for chopping stalked forage by a chopper with articulated combined knives]. // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. Majskij, 2017. №1 (13). Pp. 23-32.
11. Vendin S.V., Samsonov V.A., Saenko Y.V., Semernina M.A. Obosnovanie konstruktivnyh parametrov nozhej pri rezanii ploskogo sloya produkta [Justification of the design parameters of knives when cutting a flat layer of the product]. // Vestnik vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva. M.: №4 (24) 2019. Pp. 101-104.
12. Trufanov V.V., Tarabrin V.V., Druzhinin R.A. Snizhenie udel'noj energii drobleniya udarno-centrobezhnogo izmel'chatelya [Reducing the specific crushing energy of the impact centrifugal grinder] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. №2. Pp. 277-281.
13. Vendin S.V., Saenko Y.V. Izmel'chenie proroshchennogo zerna dlya prigotovleniya kormovyh smesey [Grinding sprouted grain for the preparation of feed mixtures]: monografiya. - Moskva; Belgorod: OOO «Central'nyj kollektor bibliotek «BIBKOM». 2017. 137 p.
14. Adler Yu.P., Markova E.V., Granovskij YU.V. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij. [Planning an experiment to find optimal conditions]. M.: Nauka, 1976. - 278 p.

#### Сведения об авторах

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

Саенко Юрий Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48 e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Семернина Марина Александровна, аспирант кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48, e-mail: marinasemernina@mail.ru.

#### Information about authors

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology at Agro-Industrial Complex Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», 1, Vavilova St., Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +7-4722-39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru.

Saenko Yuri Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Machines and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova St., 1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +7-4722-38-19-48, e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Semernina Marina Aleksandrovna, postgraduate student of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova St., 1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. +7-4722-38-19-48, e-mail: marinasemernina@mail.ru.



УДК 629.3.083

*Е.П. Тимашов*

## ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НА ОСНОВЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

**Аннотация.** В статье рассмотрены характеристики машинно-тракторного парка сельскохозяйственной техники. Анализ приведенных данных показывает, что значительную долю производства составляют тракторы, наблюдаемая динамика – снижение производства, однако по некоторым позициям наблюдается небольшой рост (тракторы, зерноуборочные комбайны, сеялки и тракторные косилки). Установлена тенденция к снижению и стабилизации коэффициента соотношения тракторов и прочей сельскохозяйственной техники, что говорит об увеличении количества самоходных машин, и снижения количества прицепных. Самоходные машины имеют сложные конструкции своих трансмиссий, ввиду совмещения транспортных и технологических функций. Исследование показало значительное увеличение нагрузки в расчете на одну сельскохозяйственную машину или трактор. Эту тенденцию также можно объяснить двумя факторами: с одной стороны – наблюдается уменьшение площадей фактически культивируемых земель, а с другой – используется более высокопроизводительная техника. Также растет доля иностранной техники в машинно-тракторном парке отечественных сельхозпроизводителей. Стратегии большинства компаний (кроме Claas) предусматривают ремонт по потребности, компания Claas – обслуживание на основе диагностирования. Выявлена наиболее эффективная система технического обслуживания и ремонта – надежно-ориентированная система технического обслуживания Reliability-centered maintenance (RCM). Инженерно-технические службы дилерских организаций используют адаптивный подход, основанный на периодическом мониторинге технического состояния основных узлов и агрегатов с целью назначения ремонтно-обслуживающих воздействий по потребности. Ведущие мировые производители сельскохозяйственной техники используют дистанционный мониторинг для эффективной организации технического обслуживания на основе актуальных данных диагностирования технического состояния сельскохозяйственных машин в реальном времени. Эффективная реализация надежно-ориентированной системы технического обслуживания возможна на основе адаптивной технологии диагностирования.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, надежность, диагностика.

## JUSTIFICATION OF MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM BASED ON ENGINE AND TRACTOR FLEET CHARACTERISTICS

**Abstract.** The article considers the characteristics of the machine and tractor fleet of agricultural machinery. Analysis of the above data shows that a significant share of production is tractors, the observed dynamics is a decrease in production, but in some positions there is a slight increase (tractors, combine harvesters, seeders and tractor mowers). A tendency has been established to reduce and stabilize the ratio of tractors to other agricultural machinery, which indicates an increase in the number of self-propelled vehicles, and a decrease in the number of trailed ones. Self-propelled machines have complex designs transmissions, due to the combination of transport and technological functions. The study showed a significant increase in the load per agricultural machine or tractor. This trend can also be explained by two factors: on the one hand, there is a decrease in the area of actually cultivated land, and on the other, more high-performance technology is used. The share of foreign equipment in the machine and tractor fleet of domestic agricultural producers is also growing. The strategies of most companies (except Claas) include repair on demand, Claas - maintenance on the basis of diagnostics. The most efficient maintenance system - Reliability-centered maintenance (RCM) - has been identified. The engineering and technical services of dealer organizations use an adaptive approach, based on periodic monitoring of the technical condition of the main units and units in order to assign repair and maintenance impacts on demand. The world's leading manufacturers of agricultural machinery use remote monitoring to efficiently organize maintenance based on up-to-date real-time diagnostics of the technical condition of agricultural machines. Efficient implementation of a reliable-oriented maintenance system is possible based on adaptive diagnostic technology.

**Keywords:** maintenance, reliability, diagnostics.

**Введение.** Обеспеченность парка транспортных и технологических машин для механизации сельскохозяйственных процессов, с одной стороны создает основу для эффективного производительного хозяйствования, а с другой – требует значительных финансовых затрат [1]. Техническое состояние машинно-тракторного парка страны может служить важным индикатором эффективности обеспечения продовольственной безопасности.

Текущие показатели состояния парка тракторов и сельскохозяйственных машин не могут не влиять и не зависеть от состояния системы технического обслуживания и ремонта. Отмечается установившаяся тенденция организации технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники через сеть дилерских центров, работающих по лицензии завода-изготовителя [3-12].

**Материал и методы.** В производстве отечественной техники наблюдается тенденция снижения объемов в количественном выражении. На рисунке 1 представлена динамика изменения объемов производства для основных видов сельскохозяйственной техники.

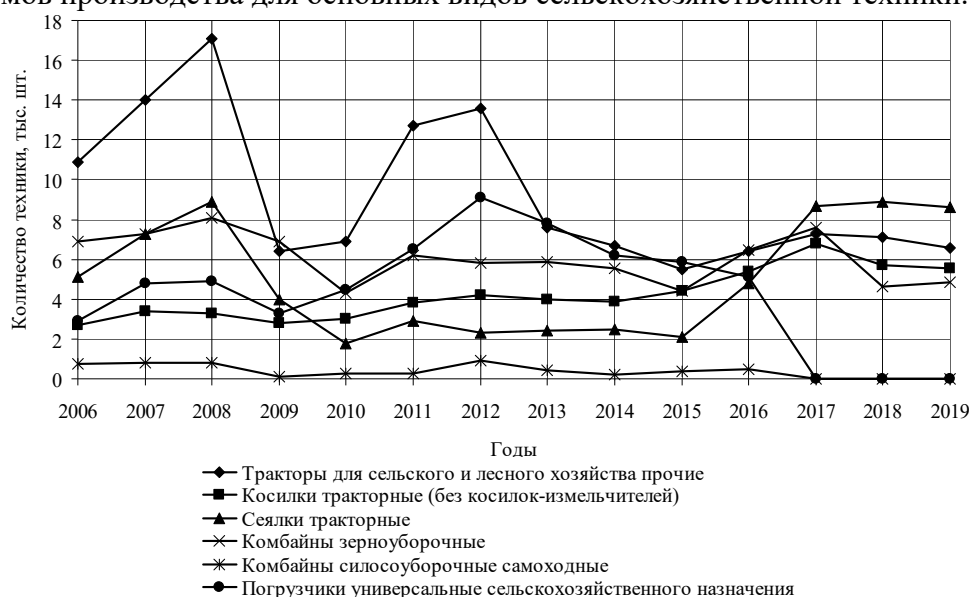


Рис. 1 - Объемы производства отечественной сельскохозяйственной техники [2]

Анализ приведенных данных показывает, что значительную долю производства составляют тракторы, наблюдаемая динамика – снижение производства, однако по некоторым позициям наблюдается небольшой рост (тракторы, зерноуборочные комбайны, сеялки и тракторные косилки).

Количественный состав парка сельскохозяйственной техники представлено на рисунке 2. Наблюдается динамика стабильного снижения количества эксплуатируемой сельскохозяйственной техники. Тем не менее, основной состав машин представлен тракторами, сеялками и зерноуборочными комбайнами.

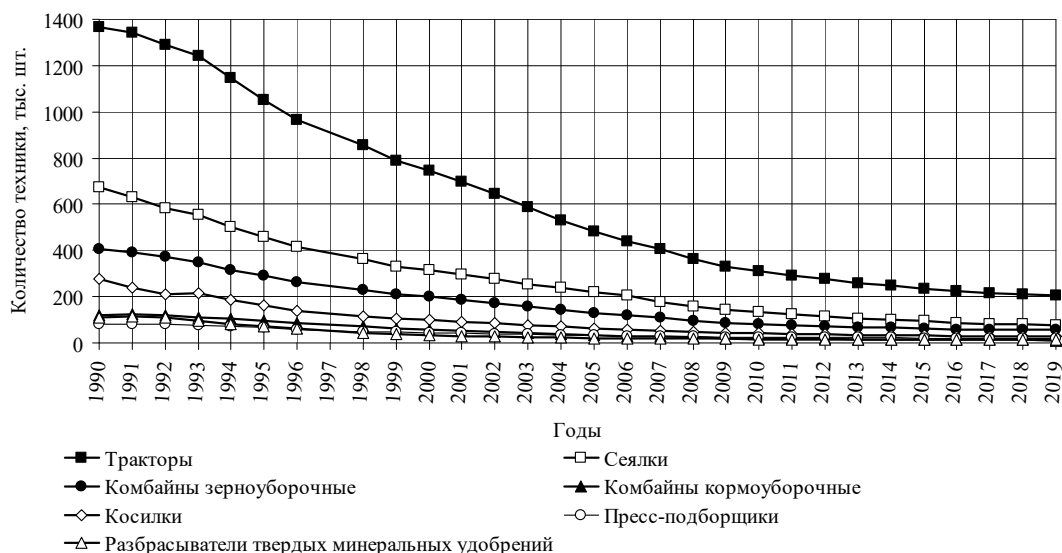


Рис. 2 - Количество эксплуатируемой техники в сельском хозяйстве [2]

**Результаты исследования и обсуждение.** Тракторы, являясь основной и относительно универсальной единицей сельскохозяйственной техники, могут служить одним из индикаторов использования сельскохозяйственной техники. Коэффициент соотношения тракторов и прочих сельскохозяйственных машин можно определить по формуле:

$$K_{CXT} = \frac{y_T}{n \sum_{i=1}^n y_i}, \tag{1}$$

где  $K_{CXT}$  – коэффициент соотношения тракторов и прочей сельскохозяйственной техники;  
 $y_i$  – количество сельскохозяйственной техники, кроме тракторов;  
 $y_T$  – количество тракторов;  
 $n$  – количество номенклатуры сельскохозяйственной техники, кроме тракторов.

На рисунке 3 представлена динамика соотношения тракторов и прочих сельскохозяйственных машин, определенная по формуле (1).

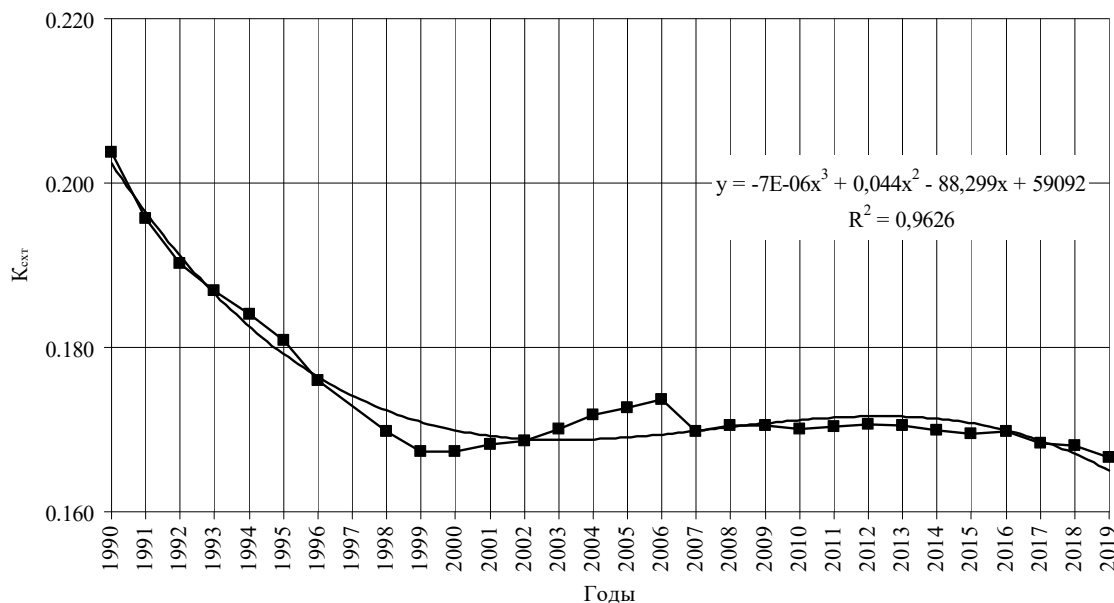


Рис. 3 - Динамика коэффициента соотношения тракторов и прочей сельскохозяйственной техники

График на рисунке 3 показывает установившуюся тенденцию к снижению и стабилизации коэффициента соотношения тракторов и прочей сельскохозяйственной техники, что говорит об увеличении количества самоходных машин, и снижения количества прицепных. Самоходные машины имеют сложные конструкции своих трансмиссий, ввиду совмещения транспортных и технологических функций. Снижение количества сельскохозяйственной техники можно объяснить двумя основными факторами: снижение объемов сельскохозяйственного производства и повышение энергонасыщенности сельскохозяйственной техники.

На рисунке 4 показан уровень загрузки сельскохозяйственной техники в расчете на 1000 га пашни, что указывает на значительное увеличение нагрузки в расчете на одну сельскохозяйственную машину или трактор. Эту тенденцию также можно объяснить двумя факторами: с одной стороны – наблюдается уменьшение площадей фактически культивируемых земель, а с другой – используется более высокопроизводительная техника. Также доля иностранной техники в машинно-тракторном парке отечественных сельхозпроизводителей постоянно растет.

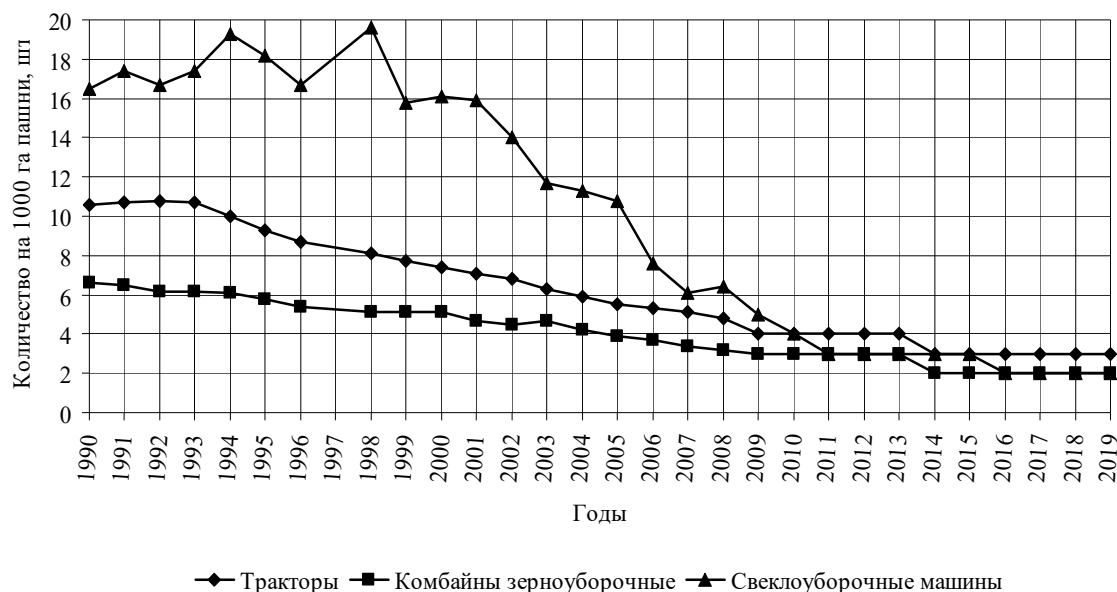


Рис. 4 - Количество сельскохозяйственной техники в расчете на 1000 га пашни [2]

В работе [13] произведен анализ использования зарубежной сельскохозяйственной техники. Приведенные результаты опроса экспертов показывают количество ремонтов на каждые 1000 часов эксплуатации, а также стоимость ремонтных работ (рис. 5).

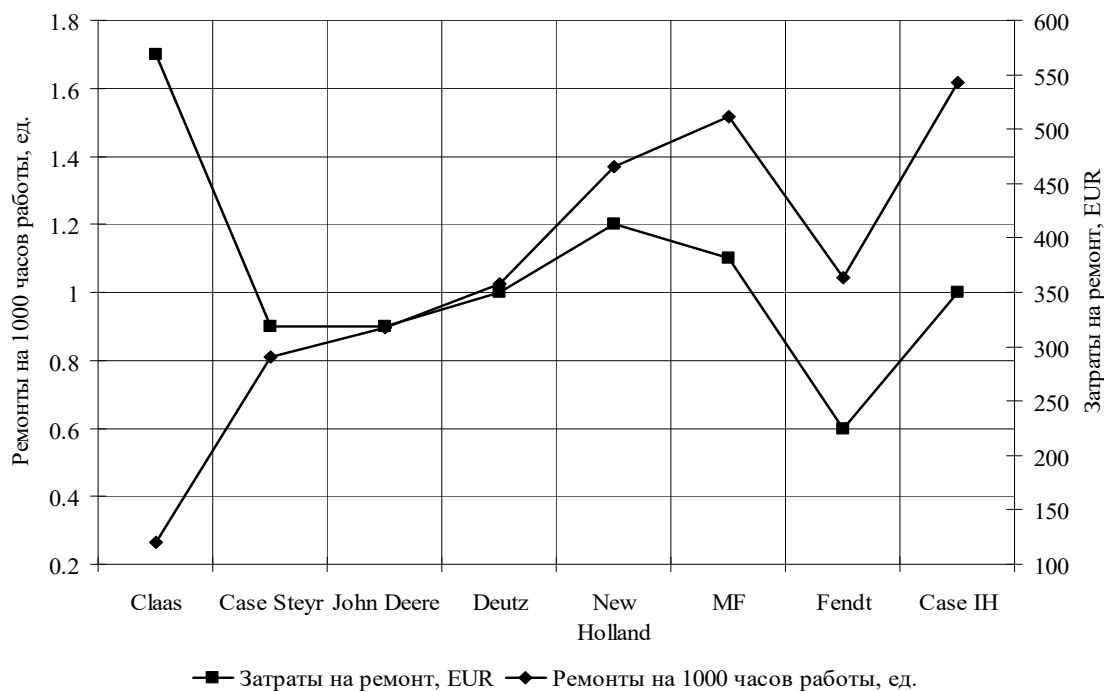


Рис. 5 - Показатель безотказности и стоимость ремонтных воздействий для зарубежной техники (по результатам экспертных оценок)

Анализируя данные рисунка 5, можно сделать вывод о максимальной стоимости ремонта у компании Claas в совокупности с минимальными количествами ремонтов. Остальные представленные производители демонстрируют более высокие показатели по количеству и затратам на ремонтные воздействия. Обобщенный корреляционный анализ представленных данных показывает коэффициент корреляции, равным – 0,42, что свидетельствует о слабой обратной зависимости, то есть увеличение затрат на ремонты приводит к снижению их количества. Если же исключить из расчета показатели компании Claas, то коэффициент корреляции равен

0,53, что свидетельствует о слабой прямой зависимости между затратами на ремонт и количеством ремонтов. Это свидетельствует, о стратегии большинства компаний (кроме Claas) осуществлять ремонт по потребности, компания Claas – обслуживание на основе диагностирования. Планово-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта зарубежные компании используют только в период гарантийного обслуживания. В настоящее время ведется поиск эффективной стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе трех стратегий: 1) обслуживание по потребности при наступлении отказа; 2) планово-предупредительная система; 3) обслуживание по действительному состоянию, на основе результатов диагностирования. Установлено, что иностранные производители сельскохозяйственной техники придерживаются третьей стратегии, как наиболее целесообразной экономически. Реализация надежно-ориентированной системы технического обслуживания (Reliability-centered maintenance (RCM) основана на постоянном мониторинге технического состояния и принятии решения о необходимости ремонтно-обслуживающих воздействий. Практическое применение метода экономически целесообразно только в случае минимизации себестоимости диагностических операций.

Инженерно-технические службы дилерских организаций используют адаптивный подход, основанный на периодическом мониторинге технического состояния основных узлов и агрегатов с целью назначения ремонтно-обслуживающих воздействий по потребности. Ведущие мировые производители сельскохозяйственной техники используют дистанционный мониторинг для эффективной организации технического обслуживания на основе актуальных данных диагностирования технического состояния сельскохозяйственных машин в реальном времени.

### **Выводы**

1. Уменьшение производства и снижение общего количества отечественных сельскохозяйственных машин, увеличение доли сложных самоходных машин, увеличение нагрузки на одну единицу сельскохозяйственной техники показывают необходимость обоснования эффективной системы технического обслуживания и ремонта.

2. Наиболее эффективной системой технического обслуживания и ремонта можно считать надежно-ориентированную систему технического обслуживания Reliability-centered maintenance (RCM).

3. Большинство иностранных производителей сельскохозяйственной техники реализуют ремонтно-обслуживающие воздействия по потребности, компания Claas – обслуживание на основе диагностирования.

4. Эффективная реализация надежно-ориентированной системы технического обслуживания возможна на основе адаптивной технологии диагностирования.

### **Библиография**

1. Мишуров Н.П. Аналитическое сопровождение реализации федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы / Н.П. Мишуров, Д.С. Буклагин, В.А. Войтюк, И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин, О.В. Кондратьева, А.П. Королькова, А.Д. Федоров, Л.Ю. Коноваленко, О.В. Слинко, Л.А. Неменушая, Т.А. Щеголихина, Т.Е. Маринченко, Т.Н. Кузьмина. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва, 2020. – 283 с.
2. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 04.03.2021).
3. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография. – Белгород.: Изд-во БелГСХА, 2008 – 160 с.
4. Пастухов А.Г. Повышение надежности карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники: дисс. ... докт. техн. наук 05.20.03 / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2008. – 487 с.
5. Пастухов А.Г. Повышение надежности агрегатов механических трансмиссий сельскохозяйственной техники (на примере карданных передач) // Труды ГОСНИТИ. 2008. Т. 101. С. 60-63.
6. Пастухов А.Г. Повышение долговечности карданных шарниров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 4. С. 24-25.
7. Пастухов А.Г. Обеспечение эффективной эксплуатации грузовых автомобилей путем повышения надежности карданных передач // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2010. № 1(22). С. 13-19.

8. Erokhin M., Kazantsev S., Pastukhov A. Operability assessment of drive shafts of John Deere tractors in operational parameters // *Engineering for Rural Development*. Vol 17 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2019 / Proceedings. / pp. 28-33. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N032/
9. Gligorić R., Ašonja A., Пастухов А., Kuznetsov Y., Degtyarev M., Molnar T. Measuring of reliability of cardan shaft // *Агротехника и энергообеспечение*. 2014. № 1 (1). С. 368-374.
10. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Parnikova T. System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions // *Applied Engineering Letters*. 2017. Т. 2. № 2. pp. 65-68.
11. Pastukhov A.G., Timashov E.P. Analytical model of temperature condition elementary interface of the cardan joint // *Tractors and power machines*. 2018. Т. 23. № 1-2. pp. 43-50.
12. Pastukhov A., Timashov E., Kravchenko I.N., Parnikova T. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies // *Engineering for rural development*. Vol 19 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2020 / Proceedings. / pp. 107-113. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2020.19.TF024
13. Королькова А.П., Голубев И.Г., Корольков Н.В. Организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники зарубежными компаниями // *Труды ГОСНИТИ*. 2015. Т. 119. С. 129-132.

#### References

1. Mishurov N.P., Buklagin D.S., Vojtyuk V.A., Golubev I.G., Gol'tyapin V.Ya., Kondrat'eva O.V., Korol'kova A.P., Fedorov A.D., Konovalenko L.Yu., Slin'ko O.V., Nemenushchaya L.A., Shchegolihina T.A., Marinchenko T.E., Kuz'mina T.N. Analiticheskoe soprovozhdenie realizacii federal'noj nauchno-tehnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017-2025 gody [Analytical support for the implementation of the federal scientific and technical program for the development of agriculture for 2017-2025] Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii. Moskva, 2020. – 283 p. (In Rus.).
2. Sajt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Website of the Federal State Statistics Service]: <http://www.gks.ru/> (04.03.2021). (In Rus.)
3. Yerokhin M.N., Pastukhov A.G. Nadezhnost' kardanny'x peredach transmissij sel'skoxozyajstvennoj texniki v e'kspluatacii : monografiya. [Reliability of cardan transmissions of agricultural machinery in operation : monograph]. Belgorod.: BelSHA Publishing house, 2008 – 160 p. (In Rus.).
4. Pastukhov A.G. Povy'shenie nadezhnosti kardanny'x peredach transmissij sel'skoxozyajstvennoj texniki: diss. ... dokt. texn. nauk 05.20.03 [Increase of reliability of cardan transmissions of agricultural machinery: Diss. ... Doct. Techn.] 05.20.03 / Moscow state Agroengineering University. V. P. Goryachkin. Moscow, 2008. – 487 p. (In Rus.).
5. Pastukhov A. G. Povy'shenie nadezhnosti agregatov mexanicheskix transmissij sel'skoxozyajstvennoj texniki (na primere kardanny'x peredach) [Increase of reliability of units of mechanical transmissions of agricultural machinery (on the example of gimbals)]. *Trudy' GOSNITI*, 2008; 101: 60-63. (In Rus.).
6. Pastukhov A. G. Povy'shenie dolgovechnosti kardanny'x sharnirov [Increase of durability of cardan joints]. *Mexanizacija i e'lektrifikacija sel'skogo hozyajstva*, 2007; 4: 24-25. (In Rus.).
7. Pastukhov A. G. Obespechenie e'ffektivnoj e'kspluatacii gruzovy'x avtomobilej putem povy'sheniya nadezhnosti kardanny'x peredach [Ensuring efficient operation of trucks by improving the reliability of gimbal transmission]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010; 1 (22): 13-19. (In Rus.).
8. Erokhin M., Kazantsev S., Pastukhov A. Operability assessment of drive shafts of John Deere tractors in operational parameters // *Engineering for Rural Development*. Vol 17 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2019 / Proceedings. / pp. 28-33. DOI: 10.22616/ERDev2019.18. №32. (In Eng.).
9. Gligorić R., Ašonja A., Pastukhov A., Kuznetsov Y., Degtyarev M., Molnar T. Measuring of reliability of cardan shaft // *Агротехника и энергообеспечение*. 2014. № 1 (1). 368-374. (In Eng.).
10. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Parnikova T. System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions // *Applied Engineering Letters*. 2017. Т. 2. № 2. С. 65-68. (In Eng.).
11. Pastukhov A.G., Timashov E.P. Analytical model of temperature condition elementary interface of the cardan joint // *Tractors and power machines*. 2018. Т. 23. № 1-2. pp. 43-50. (In Eng.).
12. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Kravchenko I.N., Parnikova T.V. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies // *Engineering for rural development*. Vol 19 / Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2020 / Proceedings. / pp. 107-113. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2020.19.TF024
13. Korol'kova A.P., Golubev I.G., Korol'kov N.V. Organizacija servisnogo obsluzhivaniya sel'skoxozyajstvennoj texniki zarubezhnymi kompaniyami [Organization of servicing of agricultural machinery by foreign companies] *Trudy' GOSNITI*, 2015. 119: 129-132. (In Rus.).

#### Сведения об авторе

Тимашов Евгений Петрович, кандидат технических наук доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-33, e-mail: timachov@mail.ru

#### Information about author

Timashov Evgeny Petrovich, candidate of technical Sciences, doцент of the department of technical mechanics and construction of machines Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-33, e-mail: timachov@mail.ru

УДК 681.5

*А.А. Латышев, С.В. Вендин*

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS LOGO 8 СЕРИИ BASIC ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПТИЧНИКЕ

**Аннотация.** Рациональное содержание животных, а также обеспечение оптимального микроклимата в животноводческих помещениях во многом определяет рентабельность производства продукции животноводства на промышленной основе. Даже при наличии высоких продуктивных породных качеств животных при отсутствии нормальных условий микроклимата животные не могут полностью реализовать свой генетический потенциал повышения продуктивности и привесов. Следует отметить также, что при формировании воздушной среды в помещении необходимо учитывать такие факторы, как температурное и влажностное состояние ограждающих конструкций, наружные климатические условия, системы и уровень воздухообмена или вентиляции, а также особенности отопления, канализации и систем освещения. Кроме того, поголовье животных и степень их теплопродукции, плотность их размещения, особенности технологии содержания, режимы кормления, навозоудаления и другие факторы также могут определять состояние воздушной среды в животноводческом помещении. Для регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях применяются различные технические средства и системы управления. Для автоматизации системы вентиляции в птичнике предлагается использовать логический контроллер Siemens Logo 8 серии Basic. С помощью логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic возможен контроль и управление следующими параметрами: температура, влажность, концентрация углекислого газа и уровень вентиляции в птичнике. При обеспечении оптимальной конструкции и параметров работы системы вентиляции применение системы микропроцессорного регулирования микроклиматом для птичников будет эффективным и с коммерческих позиций. Кроме того, предложенная система автоматизированного управления микроклиматом для птичников под управлением логического микроконтроллера Siemens Logo 8 серии Basic поможет существенно удешевить затраты, по сравнению с известными системами автоматизированного управления микроклиматом для птичников BigDutchman и VDLAgrotech, так как установка этих систем стоит намного дороже.

**Ключевые слова:** птичник, контроллер, микропроцессорное управление, микроклимат.

## APPLICATION OF BASIC SERIES SIEMENS LOGO 8 LOGICAL CONTROLLER TO CONTROL AIR PARAMETERS IN A HOUSE

**Abstract.** The rational keeping of animals, as well as ensuring an optimal microclimate in livestock buildings, largely determines the profitability of the production of livestock products on an industrial basis. Even in the presence of high productive breed qualities of animals in the absence of normal microclimate conditions, animals cannot fully realize their genetic potential for increasing productivity and weight gain. It should also be noted that when forming the air environment in a room, it is necessary to take into account such factors as the temperature and humidity state of the enclosing structures, external climatic conditions, systems and the level of air exchange or ventilation, as well as the features of heating, sewerage and lighting systems. In addition, the number of animals and the degree of their heat production, the density of their placement, features of the technology of keeping, modes of feeding, manure removal and other factors can also determine the state of the air in the livestock building. To regulate the microclimate parameters in livestock buildings, various technical means and control systems are used. To automate the ventilation system in the poultry house, it is proposed to use the Siemens Logo 8 Basic series logic controller. The logic controller Siemens Logo 8 of the Basic series can control and monitor the following parameters: temperature, humidity, carbon dioxide concentration and ventilation level in the house. Providing the optimal design and parameters of the ventilation system, the use of a microprocessor-based microclimate control system for poultry houses will be effective from a commercial point of view. In addition, the proposed automated microclimate control system for poultry houses under the control of the Siemens Logo 8 Basic series logic microcontroller will significantly reduce the cost compared to the well-known BigDutchman and VDLAgrotech automated microclimate control systems for poultry houses, since the installation of these systems is much more expensive.

**Keywords:** poultry house, controller, microprocessor control, microclimate.

**Введение.** Рациональное содержание животных, а также обеспечение оптимального микроклимата в животноводческих помещениях во многом определяет рентабельность производства продукции животноводства на промышленной основе.

Даже при наличии высоких продуктивных породных качеств животных при отсутствии нормальных условий микроклимата животные не могут полностью реализовать свой генетический потенциал повышения продуктивности и привесов. Дело в том, что параметры микроклимата в совокупности влияют на здоровье и продуктивность животных, их физиологическое

состояние, теплообмен с окружающей средой помещения. Поэтому, если не соблюдать зооигиенические требования в животноводческих помещениях, следует ожидать снижение продуктивности животных и снижение объема производимой продукции [1-3]. Следует отметить также, что при формировании воздушной среды в помещении необходимо учитывать такие факторы, как температурное и влажностное состояние ограждающих конструкций, наружные климатические условия, системы и уровень воздухообмена или вентиляции, а также особенности отопления, канализации и систем освещения. Кроме того, поголовье животных и степень их теплопродукции, плотность их размещения, особенности технологии содержания, режимы кормления, навозоудаления и другие факторы также могут определять состояние воздушной среды в животноводческом помещении [4]. Для регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях применяются различные технические средства и системы управления [5-10].

Ниже приведены результаты анализа технических возможностей и перспектив применения логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic для управления параметрами воздушной среды в птичнике.

**Основные результаты.** Проведенный анализ различных технических средств и систем управления микроклиматом в животноводческих помещениях показал, что для управления параметрами воздушной среды в птичнике перспективно использовать логический контроллер Siemens Logo 8 серии Basic, показанный на рисунке 1. Основным разработчиком и производителем данного контроллера является компания «Siemens».



Рис. 1 – Логический контроллер Siemens Logo 8 серии Basic

Основными преимуществами логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic является его многофункциональность и возможность одновременного контроля и управления следующими параметрами: температура, влажность, концентрация углекислого газа и уровень вентиляции в птичнике.

Основные технические характеристики контроллера включают:

- дискретных входов - 8, дискретных выходов - 4, внутренних флагов – 24;
- встроенный жидкокристаллический дисплей и клавиатура (все модели), календарь и часы (кроме LOGO! 24);
- интерфейс расширения: до 24 дискретных входов + 8 аналоговых входов + 16 дискретных выходов+2 аналоговых выходов;
- интерфейс для подключения кабеля ПК для программирования или установки модуля памяти;
- 34 встроенных функции, сгруппированные в библиотеки логических (GF) и специальных (SF) функций.

Выбор построения системы управления микроклиматом в животноводческом помещении с применением логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic обусловлен также



его сравнительно низкой стоимостью по сравнению с известными аналогами, например устройствами компаний BigDutchman и VDLAgrotech. Важно также то, что возможности контроллера, кроме контроля и управления параметрами воздушной среды, позволяют заранее запрограммировать оперативное управление системой микроклимата при неполадке или выходе их строя отдельных вентиляторов. Указанное обстоятельство снижает влияние человеческого фактора и повышает надежность работы системы вентиляции.

На рисунке 2 изображена структурная схема работы вентиляции под управлением Siemens Logo 8 серии Basic. Согласно представленной структурной схеме, на микроконтроллере программируется ввод и дополнительный ввод. В этих вводах устанавливаются параметры работы вентиляции, температура и норма концентрации углекислого газа. Далее осуществляется работа исполнительными механизмами с помощью магнитных контакторов, которые обеспечивают подключение/отключение электроприводов вытяжных вентиляторов системы вентиляции и электрооборудование систем отопления в птичнике.

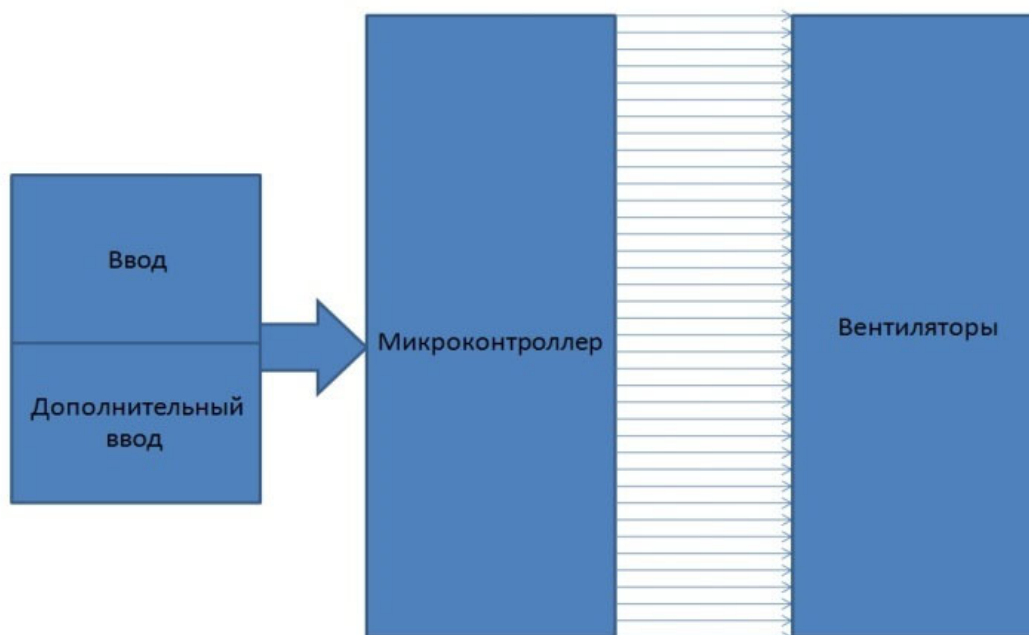


Рис. 2 – Структурная схема работы вентиляции под управлением Siemens Logo 8 серии Basic

Далее в дополнительном вводе программируется алгоритм работы системы вентиляции, показанный на рисунке 3. Согласно регламенту, ввод параметров микроклимата и воздушной среды программируется на каждые сутки в течение всего времени выращивания птицы.

В процессе работы на ввод микроконтроллера поступает информация со всех расположенных в помещении датчиков температуры, датчиков влажности и газоанализаторов, измеряющих концентрацию углекислого газа в корпусе.

Если сигналы с датчиков доставляют информацию о превышении хотя бы одного из контролируемых параметров, то автоматически создается сигнал «Да» и на исполнительные устройства регулирования параметрами воздушной среды поступает сигнал о включении/отключении соответственно той зоны в помещении, где зарегистрировано отклонение параметров от заданных значений.

Если параметры микроклимата во всех зонах помещения для содержания животных находятся на уровне заданных значений, то система находится в состоянии сигнала «Нет». В данном случае на исполнительные устройства регулирования параметрами воздушной среды сигнал о включении/отключении не поступает, и система микроклимата находится в состоянии «ожидания» - опроса показаний с датчиков, т.е. параметры системы не изменяются.

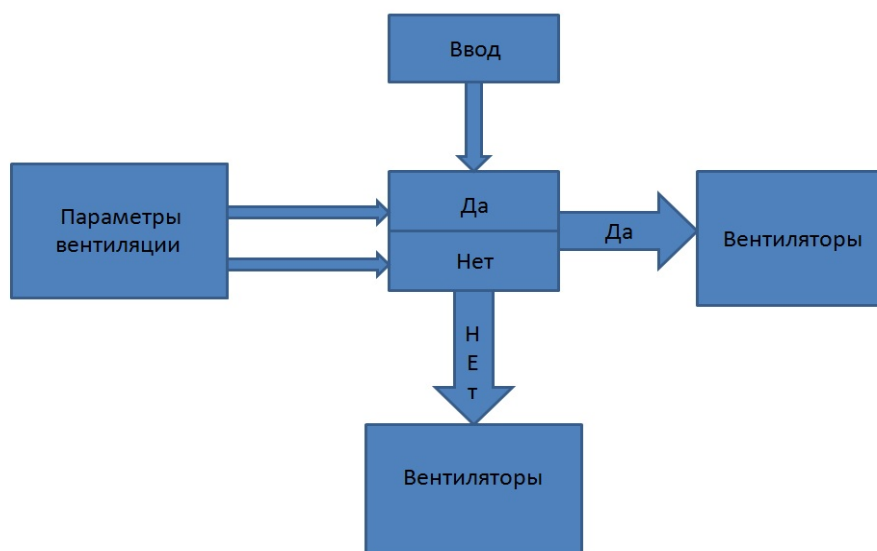


Рис. 3 – Алгоритм работы системы вентиляции

Таким образом, общий принцип работы заключается в следующем: система микропроцессорного регулирования на базе Siemens Logo 8 серии Basic будет осуществлять сбор данных с помощью датчиков температуры, влажности и газоанализаторов с целью определения концентрации в воздухе углекислого газа, определения мест застойных зон (плохая циркуляция воздуха) и на основе полученных данных будет осуществляться управление системой микроклимата, избавляясь от этой проблемы.

**Заключение.** В заключение отметим, что если систему управления на основе данного программируемого логического контроллера установить в птичнике, включить в структурную схему работы вентиляции и запрограммировать контроллер в специальной программе на компьютере, то применение системы микропроцессорного регулирования микроклиматом для птичников обеспечит оптимальные параметры воздушной среды в птичнике и будет эффективным. Кроме того, предложенная система автоматизированного управления микроклиматом для птичников под управлением логического микроконтроллера Siemens Logo 8 серии Basic позволяет существенно удешевить затраты, по сравнению с известными системами автоматизированного управления микроклиматом для птичников BigDutchman и VDLAgrotech, так как установка этих систем стоит намного дороже.

#### Библиография

1. Дерхо М. А. Влияние микроклимата на сохранность и обмен веществ у ремонтного молодняка кур / М. А. Дерхо, Т. И. Серeda // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 366-370.
2. Салаев И.П. Микроклимат, вентиляция и газовый состав воздуха в птицеводческих помещениях (обзор) / И. П. Салаев, Н. А. Королева, В. А. Офицеров, А. В. Иванов, А. П. Бахарев // Птицеводство. 2016. № 6. С. 44-49.
3. Овсянников А. П. Показатели микроклимата в птицеводческом помещении для кур несушек / А. П. Овсянников, С. М. Домолазов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2015. Т. 221. № 1. С. 160-161.
4. Скляр А.В. К обоснованию алгоритмов управления микроклиматом птичников / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2018. Т.8. № 2. С.25-28.
5. Довлатов И.М. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И. М. Довлатов, Л. Ю. Юферев, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 7-18.
6. Иванов С.И. Новое техническое решение для обеспечения оптимальной относительной влажности на ферме / С.И. Иванов, Г.Н. Самарин, В.А. Ружьев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. № 31. С. 229-232.
7. Самарин Г.Н. Энергосберегающая система кондиционирования воздуха для ферм / Г.Н. Самарин // Техника в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 43.

8. Латышев А.А. Модернизация системы автоматизированного управления микроклиматом в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения. Белгородский ГАУ.2018. С. 159-162.
9. Латышев А.А. Система микропроцессорного регулирования микроклимата в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 32-33.
10. Латышев А.А. Микропроцессорное регулирование микроклимата в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Наука и образование. 2019. Т.2. № 4. С. 234.

#### References

1. Derkho M.A., Sereda T.I. Vliyaniye mikroklimate na sokhrannost' i obmen veshchestv u remontnogo molodnyaka kur [Influence of microclimate on safety and metabolism in replacement chickens] / M.A. Derkho, T.I. Sereda // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 366-370.
2. Salayev I.P., Koroleva N.A., Ofitserov V.A., Ivanov A. V., Bakharev A. P. Mikroklimat, ventilyatsiya i gazovyy sostav vozdukhа v ptitsevodcheskikh pomeshcheniyakh (obzor) [Microclimate, ventilation and gas composition of air in poultry premises (review)] / I.P. Salayev, N.A. Koroleva, V.A. Ofitserov, A.V. Ivanov, A.P. Bakharev // Ptitsevodstvo. 2016. № 6. С. 44-49.
3. Ovsyannikov A.P., Domolazov S.M. Pokazateli mikroklimate v ptitsevodcheskom pomeshchenii dlya kur nesushek [Microclimate indicators in the poultry house for laying hens] / A. P. Ovsyannikov, S. M. Domolazov // Uchenyye zapiski Kazanskoй gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumanа. 2015. Т. 221. № 1. С. 160-161.
4. Sklyar A.V., Postnova M.V. К обоснованию алгоритмов управления микроклиматом птичников [To substantiation of algorithms for controlling the microclimate of poultry houses] / A.V. Sklyar, M.V. Postnova // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Yestestvennyye nauki. 2018. Т.8. № 2. С.25-28.
5. 5 Dovlatov I.M., Yuferev L.YU., Kirsanov V.V., Pavkin D.YU., Matveyev V.YU. Avtomatizirovannaya sistema obespecheniya mikroklimate v ptichnikakh [Automated system for providing microclimate in poultry houses] / I.M. Dovlatov, L.YU. Yuferev, V.V. Kirsanov, D.YU. Pavkin, V.YU. Matveyev // Vestnik NGIEI. 2018. № 7 (86). С. 7-18.
6. Ivanov S.I., Samarin G.N., Ruzh'yev V.A. Novoye tekhnicheskoye resheniye dlya obespecheniya optimal'noy otnositel'noy vlazhnosti na ferme [New technical solution to ensure optimal relative humidity on the farm] / S.I. Ivanov, G.N. Samarin, V.A. Ruzh'yev // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 31. С. 229-232.
7. Samarin G.N. Energoberegayushchaya sistema konditsionirovaniya vozdukhа dlya ferm [Energy-saving air conditioning system for farms] / G.N. Samarin // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2017. № 4. С. 43.
8. Latyshev A.A., Vendin S.V. Modernizatsiya sistemy avtomatizirovannogo upravleniya mikroklimate v ptichnike [Modernization of the automated microclimate control system in the poultry house] / A.A. Latyshev, S.V. Vendin // В сборнике: Aktual'nyye problemy agroinzhenerii i puti ikh resheniya. Belgorodskiy GAU.2018. С. 159-162.
9. Latyshev A.A., Vendin S.V. Sistema mikroprotsessornogo regulirovaniya mikroklimate v ptichnike [Microprocessor-based microclimate control system in the poultry house] / A.A. Latyshev, S.V. Vendin // Sel'skiy mekhanizator. 2019. № 12. С. 32-33.
10. Latyshev A.A., Vendin S.V. Mikroprotsessornoye regulirovaniye mikroklimate v ptichnike [Microprocessor control of microclimate in the poultry house] / A.A. Latyshev, S.V. Vendin // Nauka i obrazovaniye. 2019. Т.2. № 4. С. 234.

#### Сведения об авторах

Латышев Артем Александрович, аспирант кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: Tema1995L@mail.ru

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

#### Information about authors

Latyshev Artem Alexandrovich, graduate student of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology at Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: Tema1995L@mail.ru

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology at Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru

УДК 631.53.027.33

*А.Н. Малахов, С.В. Вендин*

## КОНСТРУКЦИЯ УСТРОЙСТВА И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СВЧ ОБРАБОТКОЙ СЕМЯН НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЕ

**Аннотация.** Посевные качества семян, такие как всхожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян и др., являются одной из составляющих получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В агрономии имеется целый арсенал средств и методов предпосевной и послеуборочной обработки семян, включая и электрофизические методы воздействия с применением электромагнитных полей сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). Технологические приемы обработки семян и зерна энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению. По сути процесс СВЧ обработки семян аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объема материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность. При СВЧ обработке семян важно обеспечить равномерность обработки объема семян и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). Для СВЧ обработки семян предлагается конструкция установки. Особенностью предлагаемой конструкции является то, что обработка семян производится на движущейся ленте под излучателем с контролем и управлением процессом по скорости и конечной температуре нагрева, а также обеспечением согласования СВЧ источника с нагрузкой (слоем семян на транспортной ленте). Предлагается также алгоритм реализации микропроцессорного управления устройством. Таким образом, предлагаемая конструкция установки для обработки семян в слое под излучателем на движущейся транспортной ленте, а также технологический алгоритм согласования СВЧ источника с нагрузкой позволяют обеспечить гарантированное соблюдение режимов обработки в строго заданных диапазонах конечной температуры и скорости СВЧ нагрева материала, а также защиту СВЧ источника от отраженных электромагнитных волн.

**Ключевые слова:** семена; СВЧ обработка; СВЧ источник; микропроцессорное управление.

## DESIGN OF THE DEVICE AND METHOD OF CONTROL OF THE MICROWAVE PROCESSING OF SEEDS ON THE CONVEYOR BELT

**Abstract.** Sowing qualities of seeds, such as germination, germination energy, weight of 1000 seeds, etc., are one of the components of obtaining high yields of agricultural crops. In agronomy, there is a whole arsenal of means and methods for pre-sowing and post-harvest seed treatment, including electrophysical methods of exposure using ultra-high frequency electromagnetic fields (microwave EMF). Technological methods of treating seeds and grain with the energy of an electromagnetic field of ultrahigh frequency involve the use of various types of microwave devices, differing both in principle of operation and in design. In fact, the process of microwave treatment of seeds is similar to the process of heat treatment of dielectric materials. Therefore, depending on the purpose of processing, microwave devices must provide selectivity of microwave heating, a high conversion factor of microwave energy into thermal energy, uniformity of microwave processing of the material volume, protection of the microwave generator and electromagnetic safety. During microwave processing of seeds, it is important to ensure uniform treatment of the volume of seeds and automatically maintain optimal processing modes (microwave heating modes). For microwave treatment of seeds, the design of the installation is proposed. A feature of the proposed design is that seed treatment is carried out on a moving belt under an emitter with control and control of the process according to the speed and final heating temperature, as well as ensuring the coordination of the microwave source with the load (a layer of seeds on the conveyor belt). An algorithm for the implementation of microprocessor control of the device is also proposed. Thus, the proposed design of an installation for processing seeds in a layer under the emitter on a moving conveyor belt, as well as a technological algorithm for matching the microwave source with the load, make it possible to ensure guaranteed compliance with the processing modes in strictly specified ranges of the final temperature and microwave heating rate of the material, as well as protect the microwave source from reflected electromagnetic waves.

**Keywords:** seeds; Microwave processing; Microwave source; microprocessor control.

**Введение.** Посевные качества семян, такие как всхожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян и др., являются одной из составляющих получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В агрономии имеется целый арсенал средств и методов предпосевной и послеуборочной обработки семян, включая и электрофизические методы воздействия с применением электромагнитных полей сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [1-5].

Технологические приемы обработки семян и зерна энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств,

различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению. По сути процесс СВЧ обработки семян аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объема материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [6-10]. При СВЧ обработке семян важно обеспечить равномерность обработки объема семян и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим вопросы разработки технологических приемов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

Ниже приведены результаты разработки конструкции установки и способа управления режимами работы для технологической обработки зерна и семян, обеспечивающие согласование СВЧ источника со слоем семян по минимуму коэффициента отражения и контроль режимов обработки.

**Основные результаты.** Большинство установок СВЧ-обработки различных материалов предусматривают обработку объема продукта в специальной камере (объемном резонаторе).

СВЧ-обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приемами и на устройствах различных конструкций: обработка порции материалы под излучателем; обработка слоя материала на конвейерной ленте под излучателем; обработка объема (потока) продукта в проходном объемном резонаторе; обработка объема материала в объемном резонаторе периодического действия. При этом основная проблема, возникающая при СВЧ-обработке материала в замкнутом объеме (объемном резонаторе), заключается в неравномерности обработки (нагрева) различных областей объема материала.

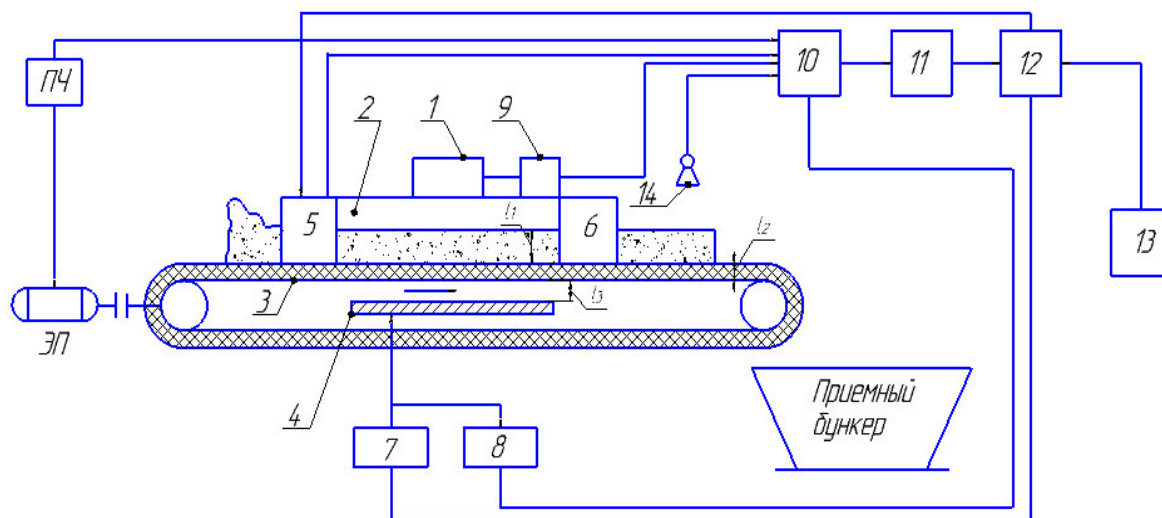
Причина неравномерности СВЧ-обработки обусловлена тем, что термический эффект диэлектрического нагрева зависит от модуля напряженности электрического поля. Неравномерность электрического поля в объеме рабочей камеры связана с затуханием электромагнитной волны, отражением и наложением волн с образованием зон минимальной и максимальной напряженности электрического поля. Кроме того, скорость и конечная температура СВЧ нагрева определяется не только удельной поглощаемой в единице объема материала СВЧ-мощностью, но и теплофизическими характеристиками продукта, а также условиями теплообмена в системе, следовательно, с технологических позиций важно обеспечить минимальную разницу температуры внутри объема обрабатываемого материала.

Указанные обстоятельства позволяют сделать вывод, что СВЧ-обработка слоя семян под излучателем на движущейся ленте имеет определенные преимущества перед обработкой в замкнутом объеме рабочей камеры. При обработке слоя семян на ленте под излучателем конструктивно проще обеспечить достаточную равномерность обработки слоя семян и обеспечить контроль процесса СВЧ-обработки по таким параметрам как скорость и конечная температура нагрева семян. Однако при обработке слоя семян на ленте необходимо обеспечивать хорошее согласование СВЧ-источника с нагрузкой (слоем материала) по минимуму коэффициента отражения электромагнитной волны от поверхности слоя.

Для СВЧ обработки семян предлагается конструкция установки, технологическая схема которой представлена на рисунке 1. Особенностью предлагаемой конструкции является то, что обработка семян производится на движущейся ленте под излучателем с контролем и управлением процессом по скорости и конечной температуре нагрева, а также обеспечением согласования СВЧ-источника с нагрузкой (слоем семян на транспортной ленте). Теоретическое обоснование параметров технологической схемы приведено в работах [10-11].

Техническая сущность СВЧ-установки заключается в том, что толщина  $l_2$  конвейерной ленты 3, выполненной из диэлектрика, выбирается с учетом длины электромагнитной волны и относительной диэлектрической проницаемости материала ленты. Толщину слоя обрабатываемого материала  $l_1$  поддерживают на определенном уровне с учетом проводимости обрабатываемого материала  $g$  и его относительной диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ .

Для согласования СВЧ-источника с нагрузкой под лентой устанавливают регулируемый электромагнитный экран 4 на расстоянии от нее  $l_3$ , зависящем от проводимости обрабатываемого материала и его относительной диэлектрической проницаемости [11,12]. В процессе работы контролируется суммарный коэффициент отражения  $R$  и обеспечивается поддержание его минимума ( $R \leq R_{min}$ ) путем перемещения электромагнитного экрана.



1 - источник электромагнитных колебаний; 2 - камера; 3 - конвейерная лента; 4 - экран; 5 - устройство загрузки; 6 - устройство выгрузки; 7 - привод экрана; 8 - датчик перемещения экрана; 9 - датчик коэффициента отражения; 10 - мультиплексор; 11 - аналого-цифровой преобразователь; 12 - микропроцессорное устройство; 13 - клавиатура; 14 - пирометр; ПЧ - преобразователь частоты; ЭП - электропривод ленточного транспортера

Рис. 1 - Технологическая схема СВЧ- установки для обработки семян в слое

Температура нагрева семян  $t$  контролируется датчиком температуры (пирометром) 14. Непосредственно регулирование скорости и конечной температуры нагрева семян  $t_k$  обеспечивается изменением скорости движения ленты транспортера за счет регулируемого электропривода.

Производительность устройства будет зависеть от установленной мощности СВЧ-источника. Предварительные расчеты показывают, что при СВЧ-обработке семян производительностью 1 т/ч установленная СВЧ-мощность установки должна составлять 5-7 кВт. Объем материала под излучателем будет определяться толщиной слоя и шириной ленты транспортера.

Следует отметить также, что несмотря на определенные технические преимущества разработанной конструкции для установок, работающих с использованием энергии электромагнитных полей СВЧ, необходимо обеспечивать меры безопасности на предельно-допустимые нормы электромагнитного излучения.

Представленный технологический алгоритм согласования реализуется с помощью исполнительных механизмов и микропроцессорного устройства управления. Основу системы управления составляет программируемый логический контроллер, включенный в единую систему с СВЧ-источником, электроприводом электромагнитного экрана, датчиками коэффициента отражения, датчиком температуры и регулируемым электроприводом. В качестве основы системы управления могут быть применены микропроцессорные регуляторы компании ОВЕН ТРМ, так как приборы данной компании по соотношению цена-качество занимают высокие позиции на рынке.

На рисунке 2 приведена схема – алгоритм реализации микропроцессорного управления устройством. Согласно приведенного алгоритма основная последовательность действий состоит в следующем: ввод параметров обрабатываемого продукта; расчет толщины слоя обрабатываемого продукта; расчет расстояния между конвейерной лентой и электромагнитным экраном. Затем расчетные значения устанавливаются в рабочей зоне

установки, включаются электропривод ленты транспортера и СВЧ-источник. Происходит обработка продукта. При нарушении согласования СВЧ-источника - по сигналу датчика коэффициента отражения происходит перемещение экрана. При отклонении режима СВЧ-нагрева слоя семян - по сигналу от датчика температуры регулируемый электропривод ускоряет или замедляет скорость движения ленты транспортера.

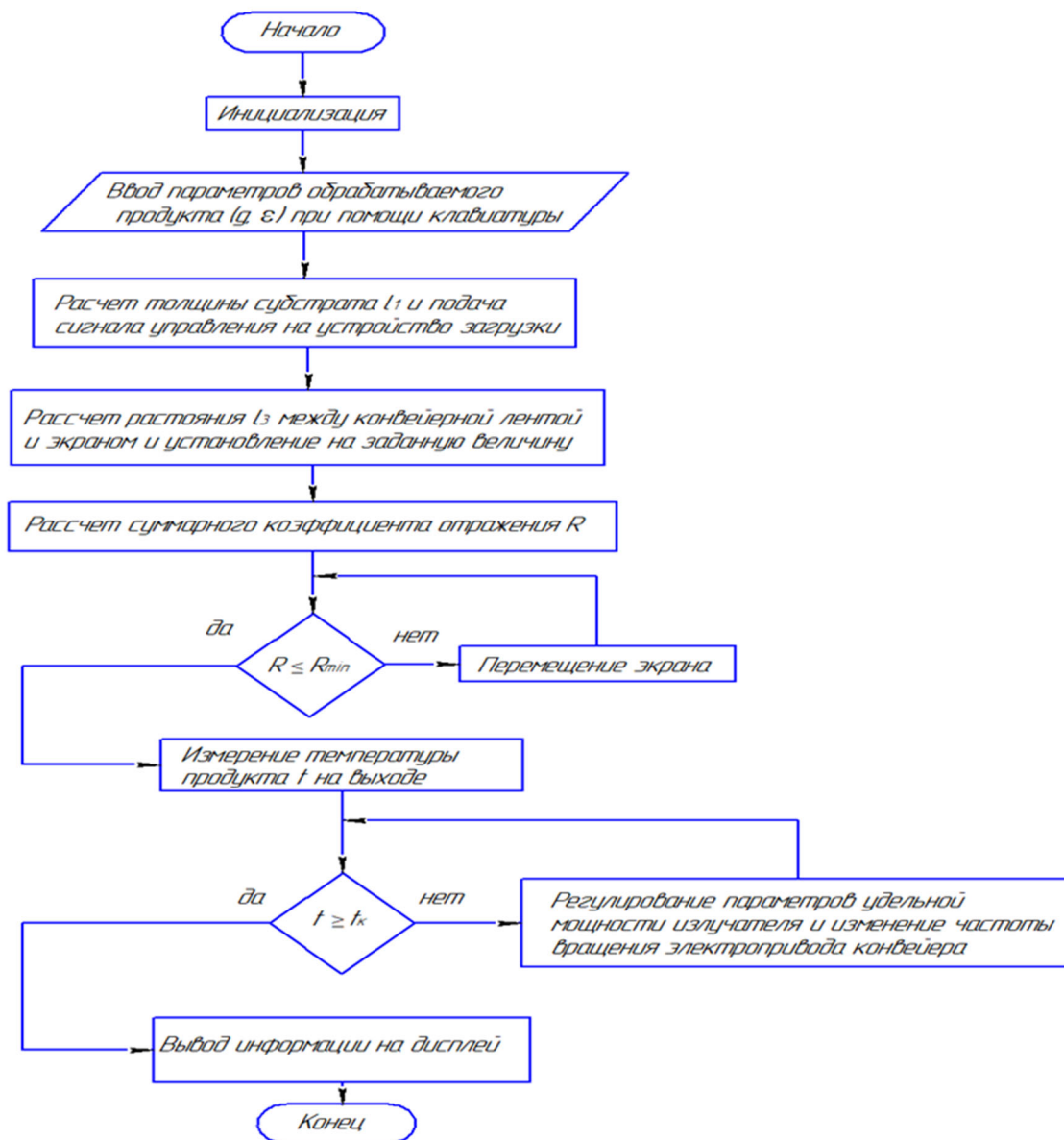


Рис. 2 – Алгоритм управления процессом СВЧ-обработки семян

Таким образом, предлагаемая конструкция установки для обработки семян в слое под излучателем на движущейся транспортной ленте и способ управления режимами работы для технологической обработки зерна и семян, обеспечивают согласование СВЧ-источника со слоем семян по минимуму коэффициента отражения и контроль режимов обработки. Практическая реализация разработки позволит обеспечить гарантированное соблюдение режимов обработки в строго заданных диапазонах конечной температуры и скорости СВЧ-нагрева материала, а также защиту СВЧ-источника от отраженных электромагнитных волн. Указанные преимущества повышают надежность технологического процесса СВЧ-обработки семян и зерна, а также надежность работы установки.

**Заключение.** Таким образом, предлагаемая конструкция установки для СВЧ-обработки семян в слое под излучателем на движущейся транспортной ленте, а также техноло-

гический алгоритм согласования СВЧ-источника с нагрузкой позволяют обеспечить гарантированное соблюдение режимов обработки в строго заданных диапазонах конечной температуры и скорости СВЧ-нагрева материала, а также защиту СВЧ-источника от отраженных электромагнитных волн.

### Библиография

1. Бородин И.Ф. Применение СВЧ энергии в сельском хозяйстве / И.Ф. Бородин, Г.А. Шарков, А.Д. Горин // - М.: ВНИИТЭИагропром. 1987. 57 с.
2. Вендин С.В. Экспериментальные исследования процессов СВЧ обработки семян / С.В. Вендин // Монография.- Москва-Белгород: ООО «ЦКБ «БИБКОМ». 2017. 116 с/
3. Vendin S.V. Results of experimental studies on using MWF electromagnetic field energy for pre-sowing treatment of grain crops / S.V. Vendin, Y.V. Saenko, O.V. Kitaeva, S.V. Solovov, K.V. Kazakov, Y.N. Ulyantsev // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 3, (2020), pp. 3747 – 3763.
4. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
5. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
6. Васильев А.Н. Компьютерная модель тепло-влагообмена в зерновом слое при СВЧ-конвективном воздействии / А.Н. Васильев, Д.Н. Будников, А.А. Васильев // Инженерный вестник Дона. 2017. № 3 (46). С. 47.
7. Васильев А.Н. Тепловая обработка зерна под воздействием электромагнитных полей / А.Н. Васильев, А.Б. Оспанов, Д.А. Будников, А.А. Васильев, Д.А. Карманов, Д.Б. Шалгинбаев // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. 2017. № 1 (22). С. 99-102.
8. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
9. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
10. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
11. Вендин, С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян / С.В. Вендин // Монография.- Москва-Белгород: ООО «ЦКБ «БИБКОМ». 2015. 137 с.
12. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ - обработки семян в слое / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2(10). С. 3-11.

### References

1. Borodin I.F. Primenenie SVCH energii v sel'skom hozyajstve [The use of microwave energy in agriculture] / I.F. Borodin, G.A. SHarkov, A.D. Gorin // - M.: VNIITEIagroprom. 1987. 57 s.
2. Vendin S.V. Eksperimental'nyye issledovaniya protsessov SVCH obrabotki semyan [Experimental studies of microwave processing of seeds] / S.V. Vendin // Monografiya.- Moskva-Belgorod: ООО «TSKB «BIBKOM». 2017. 116 s.
3. Vendin S.V. Results of experimental studies on using MWF electromagnetic field energy for pre-sowing treatment of grain crops / S.V. Vendin, Y.V. Saenko, O.V. Kitaeva, S.V. Solovov, K.V. Kazakov, Y.N. Ulyantsev // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 3, (2020), pp. 3747 – 3763.
4. Vasil'yev A.A. Razrabotka iskhodnykh trebovaniy dlya usovershenstvovannoy ustanovki SVCH-konvektivnoy obrabotki zerna [Development of initial requirements for an improved installation of microwave convective processing of grain] / A.A. Vasil'yev // Innovatsii v sel'skom khozyaystve. 2018. № 2 (27). S. 108-111.
5. Belov A.A., Korobkov A.N. Sposob obezzarazhivaniya zerna v elektromagnitnom pole sverkhvysokoy chas-toty [Method of disinfection of grain in an electromagnetic field of ultrahigh frequency] / A.A. Belov, A.N. Korobkov // Vestnik NGIEI. 2015. № 2 (45). S. 5-12.
6. Vasil'yev A.N., Budnikov D.N., Vasil'yev A.A. Komp'yuternaya model' teplo-vlagoobmena v zernovom sloye pri SVCH-konvektivnom vozdeystvii [Computer model of heat and moisture exchange in the grain layer under microwave convection impact] / A.N. Vasil'yev, D.N. Budnikov, A.A. Vasil'yev // Inzhenernyy vestnik Dona. 2017. № 3 (46). S. 47.
7. Vasil'yev A.N. Teplovaya obrabotka zerna pod vozdeystviyem elektromagnitnykh poley [Heat treatment of grain under the influence of electromagnetic fields] / A.N. Vasil'yev, A.B. Ospanov, D.A. Budnikov, A.A. Vasil'yev, D.A. Karmanov, D.B. Shalginbayev // Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stviya. 2017. № 1 (22). S. 99-102.
8. Vasil'yev A.A. Analiz issledovaniy protsessov nagreva i teploobmena v blokakh pitaniya magnetronnoy SVCH ustanovok sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Analysis of research of heating and heat transfer processes in



power supplies of magnetron microwave installations for agricultural purposes] / A.A. Vasil'yev // Innovatsii v sel'skom khozyaystve. 2018. № 3 (28). S. 26-32.

9. Vasil'yev A.A., Vasil'yev A.N., Budnikov D.A., Sharko A.A. Modelirovaniye i rezul'taty predposevnoy SVCH i konyektivno-teplovoy obrabotki semyan [Modeling and results of pre-sowing microwave and konyktivno-heat treatment of seeds] / A.A. Vasil'yev, A.N. Vasil'yev, D.A. Budnikov, A.A. Sharko // Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK. 2020. T. 67. № 4 (41). S. 35-43.

10. Belov A.A., Zhdankin G.V., Novikova G.V., Belova M.V. Razrabotka i obosnovaniye parametrov ustanovki s dvizhushchimisya istochnikami sverkhvysokochastotnoy energii dlya termoobrabotki syr'ya [Development and substantiation of the parameters of the installation with moving sources of microwave energy for heat treatment of raw materials] / A.A. Belov, G.V. Zhdankin, G.V. Novikova, M.V. Belova // Vestnik NGIEI. 2017. № 7 (74). S. 44-54.

11. Vendin, S.V. Teoriya i matematicheskiye metody analiza elektrodinamiki protsessov SVCH obrabotki semyan [Theory and mathematical methods of analysis of electrodynamics of microwave processing of seeds] / S.V. Vendin // Monografiya.- Moskva-Belgorod: OOO «TSKB «BIBKOM». 2015. 137 s.

12. Vendin S.V. Tekhnologicheskiye priyemy SVCH - obrabotki semyan v sloye [Theory and mathematical methods of analysis of electrodynamics of microwave processing of seeds] / S.V. Vendin // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2016. № 2(10). S. 3-11.

#### **Сведения об авторах**

Малахов Александр Николаевич, аспирант кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: alex23flame@gmail.com.

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

#### **Information about authors**

Malakhov Alexander Nikolaevich, graduate student of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology at Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: alex23flame@gmail.com

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology at Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru.

УДК: 62-932.4

*А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин*

## ЭЛЕКТРООЗОНАТОР ВОЗДУХА ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

**Аннотация.** Одной из важнейших задач животноводства является создание и поддержание в закрытых помещениях нормированных параметров микроклимата, который обеспечивает оптимальные зооигиенические и санитарно-ветеринарные условия содержания животных. Несоблюдение в закрытом помещении оптимального микроклимата, при прочих равных условиях может привести к снижению продуктивности, повышенному расходу кормов на единицу продукции, быстрому развитию болезнетворных микробов, распространению инфекций. Достоверно установлено, что наибольшую опасность, с точки зрения заражения сельскохозяйственных животных, представляет воздух. При содержании животных в случае возникновения заражения болезнетворными микроорганизмами возникает опасность эпидемии. Влияние болезнетворных организмов в конечном счете приводит к ежегодному ущербу, причиняемому животноводству болезнями и падежом порядка 15-18 % от стоимости продукции, регистрируются спонтанные пневмонии, влекущие за собой гибель вплоть до 20 % особей. Предлагается конструкция электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда, и системы озонирования воздуха для обеспечения высокого качества обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях на соответствие санитарным нормам. Отличительной новизной предлагаемой конструкции является модуль излучателя, выполненный в виде керамического основания, на которое закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки, с сотовой формой ячейки. Достоинствами предлагаемой конструкции электрического озонатора воздуха являются: обеспечение надежности работы за счет отключения в случае аварийной ситуации; защита от перегрева и критической концентрации озона внутри помещения в одном месте, за счет флюгера, датчиков озона и температуры, блока центрального управления; обеспечение равномерности дезинфекции помещения благодаря выполнению излучателя в виде керамического основания с закрепленным на нем вольфрамовым электродом в виде сетки с сотовой формой ячейки. Предлагаемая конструкция системы электрического озонирования позволяет повысить эффективность дезинфекции и дезинсекции воздуха в производственных животноводческих помещениях, а также обеспечить равномерную концентрацию озона по объему помещения.

**Ключевые слова:** воздух, животноводческое помещение, обеззараживание, озон, электроозонирование.

## ELECTRIC AIR ZONATOR FOR LIVESTOCK ROOMS

**Abstract.** One of the most important tasks of animal husbandry is the creation and maintenance of normalized microclimate parameters in closed premises, which ensures optimal zoohygienic, sanitary and veterinary conditions for keeping animals. Failure to comply with the optimal microclimate in a closed room, other things being equal, can lead to a decrease in productivity, an increased consumption of feed per unit of production, the rapid development of pathogenic microbes, and the spread of infections. It has been reliably established that the greatest danger from the point of view of contamination of farm animals is air. When keeping animals in the event of infection with pathogenic microorganisms, there is a danger of an epidemic. The influence of pathogens ultimately leads to annual damage caused to animal husbandry by diseases and mortality of the order of 15-18% of the cost of production, spontaneous pneumonia is recorded, leading to the death of up to 20% of individuals. The design of an electric air ozonizer, operating on the basis of a corona discharge, and an air ozonization system are proposed to ensure high quality air disinfection in livestock buildings for compliance with sanitary standards. A distinctive novelty of the proposed design is the emitter module made in the form of a ceramic base, on which tungsten electrodes are fixed in the form of a grid, with a honeycomb cell. The advantages of the proposed design of an electric air ozonizer are: ensuring the reliability of operation due to shutdown in case of an emergency; protection against overheating and critical ozone concentration inside the room in one place, due to a weather vane, ozone and temperature sensors, a central control unit; ensuring uniformity of room disinfection due to the implementation of the emitter in the form of a ceramic base with a tungsten electrode fixed on it in the form of a grid with a honeycomb cell shape. The proposed design of the electric ozone system allows to increase the efficiency of disinfection and disinsection of air in industrial livestock buildings, as well as to ensure a uniform concentration of ozone throughout the volume of the room.

**Keywords:** air, livestock building, disinfection, ozone, electrical ozonation.

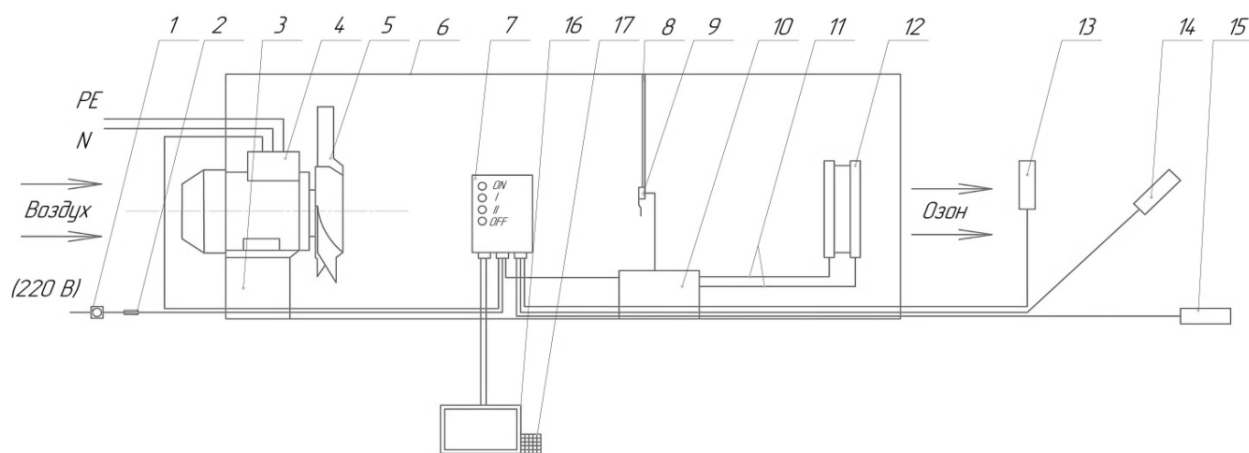
**Введение.** Одной из важнейших задач животноводства является создание и поддержание в закрытых помещениях нормированных параметров микроклимата, который обеспечивает оптимальные зооигиенические и санитарно-ветеринарные условия содержания животных. Несоблюдение в закрытом помещении оптимального микроклимата, при прочих равных условиях, может привести к снижению продуктивности, повышенному расходу кормов на единицу продукции, быстрому развитию болезнетворных микробов, распространению инфекций. Достоверно установлено, что наибольшую опасность, с точки зрения заражения сельскохозяйственных животных, представляет воздух. При содержании животных в случае возникновения

заражения болезнетворными микроорганизмами возникает опасность эпидемии. Влияние болезнетворных организмов в конечном счете приводит к ежегодному ущербу, причиняемому животноводству болезнями и падежом порядка 15-18% от стоимости продукции, регистрируются спонтанные пневмонии, влекущие за собой гибель вплоть до 20% особей. Для обеззараживания и очистки воздуха в животноводческих помещениях эффективно применение электрических озонаторов [1-7].

Ниже представлено описание разработанной в Белгородском ГАУ конструкции электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда, и системы озонирования воздуха для обеспечения высокого качества обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях на соответствие санитарным нормам [8-10]. Отличительной новизной предлагаемой конструкции является модуль излучателя, выполненный в виде керамического основания, на которое закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки, с сотовой формой ячейки, что обеспечивает равномерность работы излучателя.

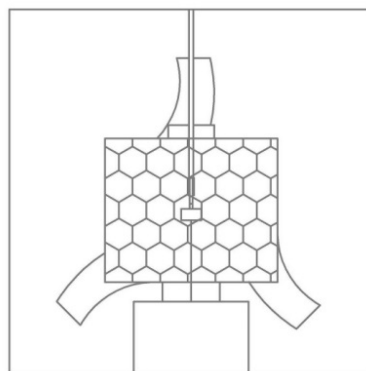
**Основные результаты.** Предлагаемая конструкция электрического озонатора воздуха представлена на рисунке 1. Она состоит из озоноустойчивого воздуховода 6, где установлены электрический двигатель 4 переменного тока с закрепленными лопастями вентилятора 5. Для надежной фиксации и регулировки электрического двигателя переменного тока установлены салазки 3. Лопasti вентилятора закреплены на электрическом двигателе переменного тока для засасывания воздушных масс извне и подачи их на флюгер 9. Флюгер закреплен в озоноустойчивом воздуховоде на жестком каркасе 8. На флюгере установлены электрические контакты, которые подключены к генератору высокого напряжения 10. Генератор высокого напряжения закреплен в озоноустойчивом воздуховоде для формирования необходимого напряжения и обеспечения коронирующего разряда на излучателе 12, модули которого выполнены в виде керамического основания с закрепленными вольфрамовыми электродами в виде сетки с сотовой формой ячейки. Экранированный проводник 11 соединен с генератором высокого напряжения и излучателем. Рабочий датчик озона 13 закреплен на выходе из излучателя, контрольный датчик озона 14 и датчик температуры воздуха 15 установлены в помещении. Блок центрального управления 7 размещен на внешней панели озоноустойчивого воздуховода. Кнопка включения/выключения 1 и предохранитель питающей сети 2 размещены в питающей сети устройства. Особенностью предлагаемой конструкции электрического озонатора является модуль излучателя, представленный на рисунке 2. Модуль излучателя, выполнен в виде керамического основания, на которое закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки, с сотовой формой ячейки, что обеспечивает равномерность работы излучателя.

Электрический озонатор воздуха работает следующим образом: в озоноустойчивом воздуховоде 6 устанавливаются на салазки 3 электрический двигатель переменного тока 4, на который закрепляют лопасти вентилятора 5. Нажимают кнопку включения/выключения 1 и через предохранитель питающей сети 2 подают напряжение на блок центрального управления 7, выбирают режим работы и перенаправляют напряжение на электрический двигатель переменного тока 4, при помощи которого раскручивают лопасти вентилятора 5 и формируют давление воздуха, которое направляют по озоноустойчивому воздуховоду 6 на флюгер 9, который устанавливается на жесткий каркас 8. Давлением воздуха воздействуют на флюгер 9, в ходе чего его контакты замыкают и сигнал о включении электрического двигателя переменного тока 4 подают на генератор высокого напряжения 10. В генераторе высокого напряжения 10 формируют рабочее напряжение и по экранированному проводнику 11 направляют его на излучатель 12, где на керамическом основании с закрепленным вольфрамовым электродом в виде сетки с сотовой формой ячейки между модулями излучателя 12 создают электрический коронирующий разряд.



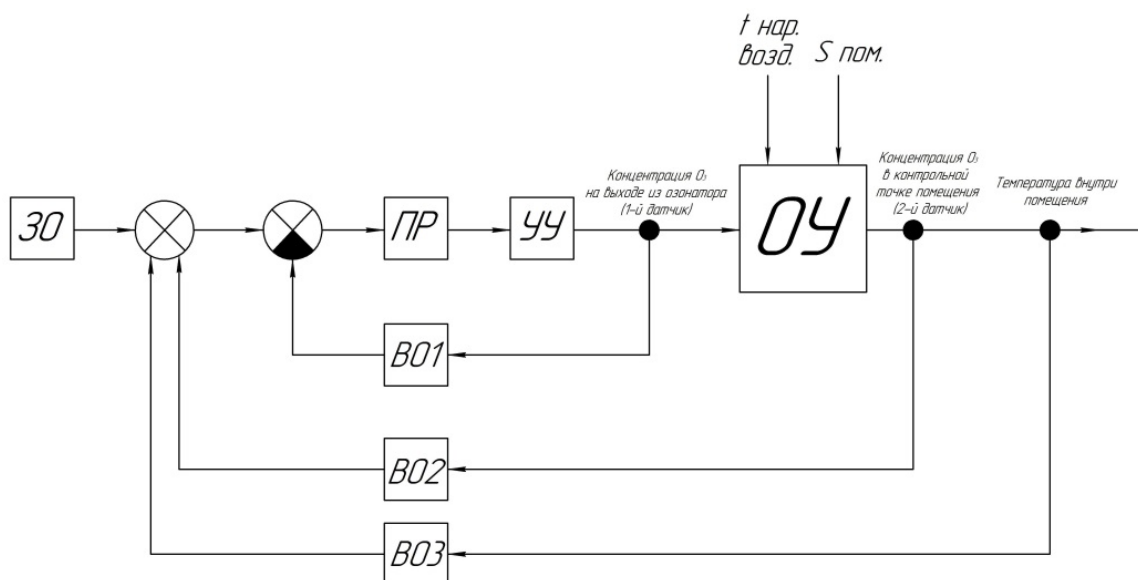
1 - кнопка включения/выключения; 2 - предохранитель питающей сети; 3 – салазки; 4 - электрический двигатель переменного тока; 5 – вентилятор; 6 - озоноустойчивый воздуховод; 7 - блок центрального управления; 8 - жесткий каркас; 9 – флюгер; 10 - генератор высокого напряжения; 11 - экранированный проводник; 12 – излучатель; 13 – рабочий датчик озона; 14 - контрольный датчик озона; 15 - датчик температуры воздуха; 16 – монитор; 17 - устройство ввода

**Рис. 1 – Конструкция электрического озонатора воздуха**



**Рис. 2 – Общий вид модуля излучателя**

Коронирующий разряд в излучателе 12 пропускают через поток воздуха от лопастей вентилятора 5, которые приводят в движение электрическим двигателем переменного тока 4 и получают озон. Образованный озон направляют от излучателя 12 потоком воздушных масс от лопастей вентилятора 5, которые приводят в движение электрическим двигателем переменного тока 4 далее по озоноустойчивому воздуховоду 6 на датчик озона 13, который размещают на выходе из озоноустойчивого воздуховода 6. Затем озон подают в помещение на контрольный датчик озона 14 и датчик температуры воздуха 15. Датчиком озона 13 определяют концентрацию озона на выходе из излучателя 12, контрольным датчиком озона 14 и датчиком температуры воздуха 15 определяют концентрацию озона и температуру воздушных масс в помещении. Показатели датчиков отправляют на блок центрального управления 7, где по показаниям датчиков рассчитывают параметры работы электрического двигателя переменного тока и генератора высокого напряжения исходя из режима работы. Сигнал с блока центрального управления 7 подают на устройство вывода информации в виде монитора 16, где выводят на экран графики и параметры работы. При помощи устройства ввода 17 вносят корректировки в режимы работы и отправляют их на блок центрального управления 7, при помощи которого корректируют работу озонатора. Датчики 13,14,15 применяются для обеспечения стабильности работы электрического озонатора воздуха и равномерности распределения озона внутри производственного помещения. Для осуществления корректной работы предложена функциональная схема работы системы электрического озонирования производственного помещения, представленная на рисунке 3.



ЗО - задающий орган (задатчик); ПР - программный регулятор, УУ - управляющее устройство (озонатор); ОУ - объект управления (животноводческое помещение); ВО-воздействующий орган (датчики измерения);  $t_{нар.возд.}$  - температура наружного воздуха;  $S_{пом.}$  - площадь производственного помещения

**Рис.3 – Функциональная схема работы системы электроозонирования производственного помещения**

Для упрощения конструкции системы электрического озонирования предлагается её комбинировать вместе с системой вентиляции и кондиционирования производственного помещения, что позволит обеспечить равномерную концентрацию озона по помещению и увеличить качество обеззараживания воздуха в соответствии с требованиями санитарных норм.

**Заключение.** Достоинствами предлагаемой конструкции электрического озонатора воздуха являются:

- обеспечение надежности работы за счет отключения в случае аварийной ситуации;
- защита от перегрева и критической концентрации озона внутри помещения в одном месте, за счет флюгера, датчиков озона и температуры, блока центрального управления;
- обеспечение равномерности дезинфекции помещения благодаря выполнению излучателя в виде керамического основания с закрепленным на нем вольфрамовым электродом в виде сетки с сотовой формой ячейки.

Следовательно, предлагаемая конструкция системы электрического озонирования, повысит эффективность дезинфекции и дезинсекции воздуха в производственных животноводческих помещениях, а совмещение её с системой вентиляции и кондиционирования позволит обеспечить равномерную концентрацию озона по производственному помещению и будет способствовать достижению высокого качества обеззараживания воздуха в соответствии с требованиями санитарных норм.

#### Библиография

1. Афанасьев М.А. Технологии очистки озоном / М.А. Афанасьев, О.С. Копылова, А.В. Ивашина, А.И. Антоненко // В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве 80-я научно-практическая конференция. Ставрополь: издат. Ставропольский ГАУ, 2015. С. 32–37.
2. Волошин А.П. Экспериментальные исследования параметров и режимов электротехнологического процесса озонирования яйцескладов птицефабрик / А.П. Волошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №123. С. 1-15.
3. Сторчевой В.Ф. Снижение потерь энергетических показателей электроозонаторов / В.Ф. Сторчевой, Р.Ю. Чернов // Природообустройство. 2011. № 2. С. 95-98.
4. Сторчевой В.Ф. Математическое моделирование стационарных процессов ионизатора-озонатора / В.Ф. Сторчевой // Природообустройство. 2012. № 2. С. 78-82.
5. Сторчевой В.Ф. Создание озонно-ионной воздушной среды в закрытых помещениях для содержания животных и птицы / В.Ф. Сторчевой, С.В. Сучугов, А.Е. Компаниец // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 3 (91). С. 35-39.

6. Сторчевой В.Ф. Применение озонатора-ионизатора на молочных фермах / В.Ф. Сторчевой, А.Е. Компаниец // В сборнике: Доклады ТСХА. 2019. С. 294-296.
7. Сторчевой В.Ф. Исследование параметров и режимов работы озонатора-ионизатора для молочных ферм / В.Ф.Сторчевой, Н.Е. Кабдин, А.Е. Компаниец // Агроинженерия. 2020. № 3 (97). С. 50-54.
8. Мануйленко А.Н. Перспективы применения озона для очистки воздуха в животноводческих помещениях / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения. Белгородский ГАУ.2018. С. 185-189.
9. Мануйленко А.Н. Электроозонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 22-23.
10. Мануйленко А.Н. Электроозонирование воздуха на предприятиях АПК / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш». В 2-х томах. Ростов-на-Дону, 2020. С. 634-637.

#### References

1. Afanas'yev M.A., Kopylova O.S., Ivashina A.V., Antonenko A.I. Tekhnologii ochistki ozonom [Ozone purification technologies] // V sbornike: Metody i tekhnicheskiye sredstva povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya elektrooborudovaniya v promyshlennosti i sel'skom khozyaystve 80-ya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Stavropol': izdat. Stavropol'skiy GAU, 2015. S. 32–37.
2. Voloshin A.P. Eksperimental'nyye issledovaniya parametrov i rezhimov elektrotekhnologicheskogo protsessa ozonirovaniya yaytseskladov ptitsefabrik [Experimental studies of the parameters and modes of the electrotechnological process of ozonation of egg storage in poultry farms] // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. №123. S. 1-15.
3. Storchev V.F., Chernov R.YU. Snizheniye poter' energeticheskikh pokazateley elektroozonatorov [Reduction of losses of energy indicators of electric ozonators] // Prirodoobustroystvo. 2011. № 2. S. 95-98.
4. Storchev V.F. Matematicheskoye modelirovaniye statsionarnykh protsessov ionizatora-ozonatora [Mathematical modeling of stationary processes of an ionizer-ozonator] // Prirodoobustroystvo. 2012. № 2. S. 78-82.
5. Storchev V.F., Suchugov S.V., Kompaniyets A.Ye. Sozdaniye ozonno-ionnoy vozduшной srede v zakrytykh pomeshcheniyakh dlya sodержaniya zhivotnykh i ptitsy [Creation of an ozone-ionic air environment in closed premises for keeping animals and birds] // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet imeni V.P. Goryachkina». 2019. №3(91). S. 35-39.
6. Storchev V.F., Kompaniyets A.Ye. Primeneniye ozonatora-ionizatora na molochnykh fermakh [Application of the ozonizer-ionizer at dairy farms] // V sbornike: Doklady TSKHA. 2019. S. 294-296.
7. Storchev V.F., Kabdin N.Ye., Kompaniyets A.Ye. Issledovaniye parametrov i rezhimov raboty ozonatora-ionizatora dlya molochnykh ferm [Investigation of parameters and operating modes of the ozonizer-ionizer for dairy farms] // Agroinzheneriya. 2020. № 3 (97). S. 50-54.
8. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Perspektivy primeneniya ozona dlya ochistki vozdukha v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh [Prospects for the use of ozone for air purification in livestock premises] / A.N. Manuylenko, S.V. Vendin // V sbornike: Aktual'nyye problemy agroinzhenerii i puti ikh resheniya. Belgorodskiy GAU.2018. S. 185-189.
9. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Elektroozonirovaniye zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy [Electroozoning of livestock buildings] // Sel'skiy mekhanizator. 2019. № 12. S. 22-23.
10. Manuylenko A.N., Vendin S.V. Elektroozonirovaniye vozdukha na predpriyatiyakh APK [Electroozoning of air at agricultural enterprises] // V sbornike: Sostoyaniye i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa. Yubileynyy sbornik nauchnykh trudov XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Rostovskogo-na-Donu instituta sel'khoz mashinostroyeniya), v ramkakh XXIII Agropromyshlennogo foruma yuga Rossii i vystavki «Interaгромаш». V 2-kh tomakh. Rostov-na-Donu, 2020. S. 634-637.

#### Сведения об авторах

Мануйленко Александр Николаевич, аспирант кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: manuilenko.shura@yandex.ru

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

#### Information about authors

Manuilenko Alexander Nikolaevich, graduate student of the Department of Electrical Equipment and Electro-technology at Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: manuilenko.shura@yandex.ru

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electro-technology at Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru

УДК 631.361.022.003.13

*Д.Н. Бахарев*

## **ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОТОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ ПРИ СТАЦИОНАРНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ**

**Аннотация.** В настоящее время сельскохозяйственные производители зерна кукурузы в Российской Федерации работают в соответствии с государственной стратегией импортозамещения, а это требует развития собственной системы семеноводства. Сеять отечественный семенной материал более выгодно с экономической, практической и научной точки зрения. Отечественные семена более качественно районированы и адаптированы к биоценозам российских почв. Развитие отечественного семеноводства кукурузы требует совершенствования технологии поточной обработки урожая, основанной на работе рационально укомплектованных эффективными машинами поточно-технологических линий. В соответствии с этим предложен концептуальный вариант контейнерной технологии поточной обработки початков семенной кукурузы при стационарной механизации, в основе которого положена задача сохранения потенциала урожайности за счет минимизации макро- и микроповреждений зерна. Оценена инновационная направленность технологии, а также ее экономическая и практическая целесообразность. Научные рекомендации ведущих отечественных ученых, активно развивающих данную тематику, учтены в соответствии с системным методом экспертных процедур в виде коэффициентов определяющих комплектацию эффективных поточно-технологических линий. В результате предложен вариативный ряд марок и типов оборудования, а также даны обоснованные рекомендации производству. Выявлено, что повышение эффективности технологии достигается не только за счет качества работы линии производства семян при обработке початков, но и за счет применения безотходной переработки побочных продуктов, а именно легковесных семян на корм сельскохозяйственным животным и некормовых отходов в отопительные pellets для камерной сушилки, оснащенной твердотопливным котлом. В итоге разработан графический вариант конструктивно-технологических схем вышеописанных линий и отмечены направления перспективных научных исследований по данной тематике, требующих глубокого научно-практического осмысления и точных рекомендаций.

**Ключевые слова:** контейнерная технология, оборудование, кукуруза, семена, защита от повреждений.

## **SUBSTANTIATION OF ADVANCED CONTAINER TECHNOLOGY OF FLOW PROCESSING OF SEED CORN COBS WITH STATIONARY MECHANIZATION**

**Annotation.** Currently, agricultural producers of corn grain in the Russian Federation work in accordance with the state strategy of import substitution, and this requires the development of their own seed production system. It is more profitable to sow own seed material from an economic, practical and scientific point of view. Own seeds are better zoned and adapted to the biocenoses of Russian soils. The development of own corn seed production requires the improvement of the technology of technology of flow processing of the crop based on the operation of rationally equipped with efficient machines of flow processing lines. In accordance with this, a conceptual version of the container technology for flow processing of seed corn cobs with stationary mechanization is proposed, which is based on the task of preserving the yield potential by minimizing macro - and microdamage to grain. The innovative orientation of the technology and its economic and practical feasibility are taken into account. Scientific recommendations of leading domestic scientists actively developing this topic are taken into account in accordance with the system method of expert procedures in the form of coefficients that determine the configuration of effective flow and technological lines. As a result, a variety of brands and types of equipment is proposed, as well as reasonable recommendations for production are given. It is established that the increase in the efficiency of the technology is achieved not only due to the quality of the seed production line during the processing of cobs, but also due to the use of waste-free processing of by-products, namely light seeds for feed to agricultural animals and non-feed waste in heating pellets for a chamber dryer equipped with a solid fuel boiler. As a result, a graphic version of the structural and technological schemes of the lines described above is developed and the directions of promising scientific research on this topic are noted, which require deep scientific and practical understanding and accurate recommendations.

**Keyword:** container technology, equipment, corn, seeds, damage protection.

**Введение.** Кукуруза как пшеница и рис является одной из основных зерновых культур, определяющих продовольственную безопасность России. В связи с этим Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства РФ на 2017-2025 гг., определяет перечень мероприятий, направленных на развитие эффективных сельскохозяйственных технологий производства и переработки кукурузы. Потенциал урожайности кукурузы значительно выше пшеницы и риса, однако его реализация возможна только при посеве генетически райо-

нированного и адаптированного к биоценозам российских почв семенного материала, лишённого макро- и микроповреждений. Это требует развития собственной системы семеноводства, оснащённой высокоэффективными машинами и оборудованием преимущественно отечественного производства. Результаты исследований, представленные в данной публикации, раскрывают ряд прикладных вопросов по данной тематике

**Объект и методы исследований.** Объектом исследования является технологический процесс стационарной переработки початков кукурузы в качественный семенной материал с минимальным нанесением зерну макро- и микроповреждений. В работе использовались системные методы логики в варианте реализации экспертной процедуры установления приоритетов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Объединение машин и оборудования по месту, времени и назначению, их взаимное пространственное расположение в единую систему поточно-технологических линий и подбор конкретного марочного состава осуществлялся на основании метода экспертной процедуры установления приоритетов [1].

Суть метода заключается в построении матрицы смежности, элементами которой являются коэффициенты преимуществ при попарном сравнении критериев [1]. В матрице на пересечении строки и столбца проставляют коэффициенты преимуществ  $k_{ij}$  элемента  $i$ -й строки ( $u_i$ ) в сравнении с элементом  $j$ -го столбца ( $u_j$ ) (таблица 1).

Таблица 1 - Матрица попарного сравнения критериев

Критерии	$u_1$	$u_2$	...	$u_j$	$\sum k_i$	$P_i$	$\lambda_i$	Ранг
$u_1$	$k_{11}$	$k_{12}$	...	$k_{1j}$	$\sum k_1$	$P_1$	$\lambda_1$	
$u_2$	$k_{21}$	$k_{22}$	...	$k_{2j}$	$\sum k_2$	$P_2$	$\lambda_2$	
...	...	...	...	...	...	...	...	
$u_i$	$k_{i1}$	$k_{i2}$	...	$k_{ij}$	$\sum k_i$	$P_i$	$\lambda_i$	
$\sum$	-	-	-	-	-	$\sum P_i$	$\sum \lambda_i$	-

Точность оценок обеспечивает установление приоритетов по шкале коэффициентов:  
 $u_i \succ u_j \Rightarrow k_{ij} = 1,5$ ;  $u_i \approx u_j \Rightarrow k_{ij} = 1,0$ ;  $u_j \succ u_i \Rightarrow k_{ij} = 0,5$ . (1)

Знак « $\succ$ » означает отношение преимущества, то есть, если критерий  $u_i$  важнее чем  $u_j$ , то коэффициент принимают равным 1,5; при их одинаковой важности – 1,0, а при меньшей – 0,5. Коэффициенты значимости критериев  $\lambda_i$  определяют по известному отношению:

$$\lambda_i = P_i / \sum P_i \quad \text{при} \quad \sum \lambda_i = 1, \quad (2)$$

где  $P_i$  - сумма произведений элементов вектор-строки  $k_{ij}$  на элементы вектор-столбца  $\sum k_i$ :

$$P_i = \sum \left( \overrightarrow{[k_{ij}]} \cdot [\sum k_i] \downarrow \right). \quad (3)$$

В развёрнутой форме выражение (3) имеет вид:

$$\begin{aligned} P_1 &= k_{11} \cdot \sum k_1 + k_{12} \cdot \sum k_2 + \dots + k_{1j} \cdot \sum k_i; \\ P_2 &= k_{21} \cdot \sum k_1 + k_{22} \cdot \sum k_2 + \dots + k_{2j} \cdot \sum k_i; \\ &\dots \\ P_i &= k_{i1} \cdot \sum k_1 + k_{i2} \cdot \sum k_2 + \dots + k_{ij} \cdot \sum k_i. \end{aligned} \quad (4)$$

Ранг отдельного критерия устанавливается по значению коэффициента значимости  $\lambda_i$ . Установление приоритетов может осуществляться как группой экспертов, так и индивидуально, но на основе мнений ряда экспертов.



В результате анализа монографических изданий, опубликованных отечественными учеными [2-8], а также представленного в открытом доступе опыта российских и зарубежных компаний и сельскохозяйственных предприятий: Воронежсельмаш, завод Фрунзе, Агротехмаш, Луганьплемсервис, Спецэлеватормельмаш, Serbia Product, Petkus, Cimbria, Mecmar, Stela, Symaga, Sukup, сельскохозяйственным производителям предлагается комплект оборудования для создания эффективного пункта обработки початков семенной кукурузы в потоке при стационарной механизации. Предполагается вариативный ряд марок или типов оборудования отобранный из множества вариантов на основании анализа технико-экономических характеристик. Отбор рекомендуемой марки или типа оборудования из вариативного ряда осуществлялся методом экспертной процедуры установления приоритетов. Для простоты понимания данного метода ниже предлагается пример выбора одного из видов оборудования. Для выбора конструкции временного хранилища початков кукурузы в обертке, ожидающих переработки, определены численно выражаемые критерии оценки, имеющие явный физический смысл и характеризующие уровень эффективности технологии хранения:

- максимальная стартовая влажность початков, закладываемых на хранение ( $u_1$ );
- объем хранилища ( $u_2$ );
- максимально-допустимая продолжительность хранения початков ( $u_3$ );
- выраженная в процентах потеря зерна от его макро- и микроповреждений механическими и биологическими факторами воздействия ( $u_4$ ).

В результате экспертной процедуры установления приоритетов определены коэффициенты (1) и заполнены первые 5 столбцов в таблице 2. Затем определена сумма значений коэффициентов в каждой строке  $\sum k_i$ . Далее на основании выражений (2) и (3) рассчитаны коэффициенты значимости критериев  $\lambda_i$ . Чем больше  $\lambda_i$ , тем выше ранг критерия.

**Таблица 2 – Матрицы попарного сравнения критериев оценки эффективности временного хранилища початков кукурузы**

Критерий	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$	$\sum k_i$	$P_i$	$\lambda_i$	Ранг
$u_1$	1,0	1,5	1,5	1,0	5,0	10,00	0,33	1
$u_2$	0,5	1,0	0,5	1,5	3,5	13,25	0,24	3
$u_3$	0,5	0,5	1,0	0,5	2,5	8,75	0,16	4
$u_4$	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	15,00	0,27	2
$\Sigma$	-	-	-	-	-	55,00	1,000	-

Как видно из результатов экспертной оценки 1-й, наивысший, ранг принадлежит критерию ( $u_1$ ) максимальная стартовая влажность початков, закладываемых на хранение. Вторым по значимости является критерий ( $u_4$ ) выраженная в процентах потеря зерна от его макро- и микроповреждений механическими и биологическими факторами. Остальные два критерия не несут первоочередной важности при выборе типа хранилища и учитываются в качестве дополняющей информации.

В результате всего вышесказанного сформирована ведомость оборудования для комплектации эффективного пункта обработки початков семенной кукурузы в потоке при стационарной механизации (таблица 3). Приведенный выше пример экспертной процедуры установления приоритетов позволил из 4-х вариантов вариативного ряда выбрать горизонтальное сетчатое хранилище, расположенное на площадке переработки или в ее непосредственной близости, конструктивно исполненное с системой принудительной вентиляции с боковым или центральным воздушным каналом (см. таблица 3 п. 2).

Все остальные машины и оборудование из таблицы 3 выбраны аналогично. В рамках данной публикации не проведен выбор критериев оценки и расчет их ранга для всего оборудования, а представлен только окончательный результат анализа. Данная публикация является только практическим приложением вышеописанного метода, который является общеизвестным и подробно описан в источнике [1].

**Таблица 3 – Ведомость оборудования для комплектации эффективного пункта обработки початков семенной кукурузы в потоке при стационарной механизации**

Наименование оборудования	Вариативный ряд марок или типов оборудования	Рекомендуемая марка или тип оборудования
1. Приемка от сельхозпроизводителей массы неочищенных початков		
1.1 Взвешивание полученной массы неочищенных початков		
Весовое оборудование	1. Весы автомобильные подкладные ИСТОК 7,5; 2. Весы автомобильные ВАЛ «Бесфундаментные»; 3. Весы карьерные автомобильные ВАЛ «Колейные» 80	Весы карьерные автомобильные ВАЛ «Колейные» 80
1.2. Щадящая механизированная перегрузка во временные хранилища		
Приемник-погрузчик початков во временное хранилище	1. Многосекционный приемник ямной конструкции «Сербия Продукт» в комбинации с шевронным ленточным транспортером ТГ.1.000; 2. Приемник-дозатор ДК-4.000 «Сербия Продукт» в комбинации с шевронным ленточным транспортером ТГ.1.000; 3. Питатель-дозатор початков и зерна кукурузы ППЗК-50 с конвейером для початков кукурузы ТПК-20	Приемник-дозатор ДК-4.000 «Сербия Продукт» в комбинации с шевронным ленточным транспортером ТГ.1.000
2. Временное хранение початков в обертке и их сушка естественной вентиляцией		
Временное хранилище початков кукурузы в обертке, ожидающих переработки	1. Горизонтальные сетчатые хранилища с естественной вентиляцией, расположенные в непосредственной близости к площадке переработки; 2. Вертикальные сетчатые хранилища с естественной вентиляцией, расположенные в непосредственной близости к площадке переработки; 3. Горизонтальные сетчатые хранилища, расположенные на площадке переработки или в ее непосредственной близости, конструктивно исполненные с системой принудительной вентиляции с боковым или центральным воздушным каналом; 4. Вертикальные сетчатые хранилища расположенные на площадке переработки или в ее непосредственной близости, конструктивно исполненные с системой принудительной вентиляции с центральным воздушным каналом	Горизонтальные сетчатые хранилища, расположенные на площадке переработки или в ее непосредственной близости, конструктивно исполненные с системой принудительной вентиляции с боковым или центральным воздушным каналом
3. Механизированная разгрузка временного хранилища в приемник-дозатор (например, ДК-4.000 «Сербия Продукт»)		
Устройство для разгрузки временного хранилища початков в приемник-дозатор (например, ДК-4.000 «Сербия Продукт»)	1. Кулисный питатель очистителя початков ОП-15 с крутонаклонным конвейером, адаптированным для работы с початками кукурузы типа ТЛ-500 с открытыми гибкими скребками, закрепленными на ленте; 2. Мобильное энергетическое средство с транспортной лопатой типа ТЛ-3 (или любые подобные устройства); 3. Подборщик с загрузочным транспортёром очистителя початков ОПП-5	Кулисный питатель очистителя початков ОП-15 с крутонаклонным конвейером, адаптированным для работы с початками кукурузы типа ТЛ-500 с открытыми гибкими скребками, закрепленными на ленте
4. Подача початков на очистку от листовой обертки		
Транспортер, подающий початки из приемника-дозатора в участок снятия листовой обертки	1. Транспортер ленточно-скребковый ТЛС-300; 2. Транспортер початков кукурузы ТПК-20; 3. Транспортер ленточный ТЛ-500 с открытыми гибкими скребками, закрепленными на ленте	Транспортер ленточный ТЛ-500 с открытыми гибкими скребками, закрепленными на ленте
5. Снятие листовых обертки		
Очиститель початков кукурузы от листовой обертки	1. Очиститель початков ОП-15; 2. Очиститель початков ОПП-5; 3. Очиститель початков конструкции, предложенной инженером А.В. Тиняковым; 4. Вальцевые очистители початков кукурузы «Сербия Продукт»	Вальцевые очистители початков кукурузы «Сербия Продукт» с улучшениями, предложенными А.В. Тиняковым [9]

Наименование оборудования	Вариативный ряд марок или типов оборудования	Рекомендуемая марка или тип оборудования
6. Транспортировка листовой обертки и других некормовых отходов очистки к месту переработки в пеллеты для твердотопливного котла сушилки		
Транспортер листовой обертки и других отходов очистки початков кукурузы	1. Телескопический ленточный транспортер с гладкой лентой ТТ 14-80ЭЛ; 2. Ленточный желобчатый транспортер со специальной лентой КЛЖЗ-650; 3. Транспортер ленточно-скребковый ТЛС-300	Ленточный желобчатый транспортер со специальной лентой КЛЖЗ-650
7. Транспортировка зерна, отделившегося от початков при их очистке от листовой обертки в участок приготовления кормов для сельскохозяйственных животных		
Транспортер фуражного зерна	1. Зернопогрузчик-транспортёр шнековый ЗПШ-8; 2. Зернопогрузчик-транспортёр шнековый НЗШ-6 d159 «Вихрь»; 3. Зернопогрузчик шнековый ВК-120	Зернопогрузчик-транспортёр шнековый ЗПШ-8
8. Сортировка початков, очищенных от листовой обертки с одновременной загрузкой защитных вентилируемых контейнеров		
Сортировочный ленточный транспортер (конвейер)	1. Сортировочный ленточный транспортер С-ЛТР-700; 2. Конвейер ленточный инспекционный КРИ-10-01; 3. Инспекционный ленточный конвейер ЛИ-6	Сортировочный ленточный транспортер С-ЛТР-700
9. Перемещение заполненных початками вентилируемых контейнеров от сортировочного транспортера к месту накопления и отправки в сушилку		
Гидравлическая тележка-подъемник	1. Гидравлическая тележка (рохля) TOR (высота подъема до 200 мм); 2. Ручная гидравлическая тележка с ножничным подъемом Noblift ACX10E (высота подъема до 800 мм); 3. Ручной гидравлический подъемник Lema Im 1020 (высота подъема до 2000 мм)	Ручной гидравлический подъемник Lema Im 1020 или аналог с данной высотой подъема
10. Перемещение отобранных при сортировке некондиционных, незрелых и заплесневелых початков в участок приготовления пеллет		
Транспортер	1. Транспортер ленточно-скребковый ТЛС-300; 2. Транспортер початков кукурузы ТПК-20; 3. Транспортер ленточный ТЛ-500 с открытыми гибкими скребками, закрепленными на ленте	Транспортер початков кукурузы ТПК - 20
11. Перемещение и загрузка заполненных вентилируемых контейнеров в сушилку		
Складской самоходный погрузчик	1. Складской самоходный погрузчик HUBTEX; 2. Складской самоходный погрузчик TOR; 3. Складской самоходный погрузчик GEKA E20	Складской самоходный погрузчик GEKA E20
12. Сушка початков, загруженных в вентилируемые контейнеры		
Сушилка кукурузы в початках	1. Бокс-сушилка Cimbria; 2. Переоборудованная сушилка Petkus; 3. Переоборудованная сушилка ООО «ЗЕРНОКОЛОС»	Бокс-сушилка Cimbria
13 Разгрузка вентилируемых контейнеров после сушки початков и подача их на обмолот		
Складской самоходный погрузчик	1. Складской самоходный погрузчик HUBTEX; 2. Складской самоходный погрузчик TOR; 3. Складской самоходный погрузчик GEKA E20	Складской самоходный погрузчик GEKA E20
14. Дифференцированный обмолот початков с минимизацией макро- и микроповреждений		
Молотильно-сепарирующее устройство (МСУ)	1. МСУ для початков кукурузы (RU № 171115); 2. Молотилка МКП-10; 3. Молотилка MSH-25 «Serbia Product»; 4. Молотилка MR-20«Cimbria»	МСУ для початков кукурузы конструкции (RU № 171115)
15. Транспортировка обмолоченного зерна на очистку с размещением в промежуточном бункере		
Транспортер	1. Транспортер шнековый ТШ-150; 2. Пневмотранспортер зерна с электрическим приводом ПТЗ-15; 3. Z-образный ленточно-скребковый транспортер ЛСТ	Пневмотранспортер зерна с электрическим приводом ПТЗ-15

Продолжение таблицы 3

Наименование оборудования	Вариативный ряд марок или типов оборудования	Рекомендуемая марка или тип оборудования
16. Приемка обмолоченного зерна в участок очистки, калибровки и инкрустации (применяется в случае использования МСУ с несовершенной системой воздушной очистки обмолоченного зерна)		
Зерноприемник	1. Очищающий зерноприемник ОЗФ с норией НФ; 2. Приемник с предварительным очистителем Petkus U15; 3. Завальная яма с зерновой норией НПЗ-10	Очищающий зерноприемник Фадеева ОЗФ в комплексе с норией НФ
17. Транспортировка обмолоченного зерна из промежуточного бункера на очистку и калибровку		
Транспортер	1. Транспортер шнековый ТШ-150; 2. Пневмотранспортер зерна с электрическим приводом ПТЗ-15; 3. Z-образный ленточно-скребковый транспортер ЛСТ	Пневмотранспортер зерна с электрическим приводом ПТЗ-15
18. Очистка и калибровка обмолоченного зерна		
Комплект оборудования для очистки и калибровки зерна кукурузы	1. Аспиратор ВАФ в комплексе с очищающей машиной ОМФ; 2. Аэродинамический комплект оборудования для очистки и калибровки зерна марки САД; 3. Сито-воздушный комплект оборудования для очистки и калибровки зерна АГРОСПЕЦМАШ (Украина)	Аспиратор ВАФ в комплексе с очищающей машиной ОМФ
19. Инкрустация зерна с одновременным заполнением защитных вентилируемых контейнеров готовой семенной продукции		
Протравливатель	1. Протравливатель ПСФ; 2. Передвижной протравочный комплекс Petkus; 3. Протравочная машина ПС-10АМ	Протравливатель ПСФ
20. Затаривание готовой семенной продукции в мешки		
Комплекс затаривания	1. Комплекс затаривания мешков КЗМ-1; 2. Комплекс затаривания мешков ООО «Саминвест»; 3. Комплекс затаривания мешков типа «БИГ-БЕГ» с каскадом (КМК)	Комплекс затаривания мешков типа «БИГ-БЕГ» с каскадом КМК
20. Затаривание готовой семенной продукции в мешки		
Комплекс затаривания	1. Комплекс затаривания мешков КЗМ-1; 2. Комплекс затаривания мешков ООО «Саминвест»; 3. Комплекс затаривания мешков типа «БИГ-БЕГ» с каскадом (КМК)	Комплекс затаривания мешков типа «БИГ-БЕГ» с каскадом КМК
21. Приготовление пеллет для твердотопливного котла сушилки початков кукурузы		
21.1. Перемещение обмолоченных стержней початков кукурузы в пункт измельчения и размещения их в вертикальном хранилище		
Транспортер	1. Транспортер ленточно-скребковый ТЛС-300; 2. Транспортер початков кукурузы ТПК-20; 3. Транспортер ленточный ТЛ-500 с открытыми гибкими скребками, закрепленными на ленте	Транспортер початков кукурузы ТПК-20.
21.2. Загрузка стержней в вертикальное хранилище, установленное над измельчителем, оборудованное регулируемой по длине точкой для подачи стержней в питатель измельчителя		
Транспортер	1. Транспортер ленточно-скребковый ТЛС-300; 2. Транспортер початков кукурузы ТПК-20; 3. Z-образный ленточно-скребковый транспортер ЛСТ	Z-образный ленточно-скребковый транспортер ЛСТ
21.3. Накопление листовой обертки и других некормовых отходов очистки на бетонной площадке пункта измельчения и их подача в питатель измельчителя одновременно с обмолоченными стержнями		
Транспортер	1. Ленточный желобчатый транспортер со специальной лентой КЛЖЗ-650; 2. Транспортер ленточно-скребковый ТЛС-300; 3. Z-образный ленточно-скребковый транспортер ЛСТ	Z-образный ленточно-скребковый транспортер ЛСТ
21.4. Измельчение обмолоченных стержней початков кукурузы и других некормовых отходов очистки с подачей сечки воздушным потоком в вертикальный накопитель-загрузчик пресса изготовителя пеллет		
Измельчитель	1. Измельчитель кормов Волгарь-5 (ИКВ-5); 2. Измельчитель ДКМ-5; 3. Измельчитель КДУ-2 с доработкой конструкции, предложенной к.т.н. А.А. Вертий	Измельчитель КДУ-2 с доработкой конструкции, предложенной к.т.н. А.А. Вертий [10]

Наименование оборудования	Вариативный ряд марок или типов оборудования	Рекомендуемая марка или тип оборудования
21.5. Производстве пеллет с их накоплением в механизированном бункере-питателе		
Линия производства пеллет	1. Линия гранулирования опилок ЛГ-500 (АЛБ Групп); 2. Линия изготовления пеллет и комбикорма МЛГ-1000 СОМБИ. 2; 3. Линия гранулирования «Соловей 6» с аэродинамической сушилкой	Линия гранулирования «Соловей 6» с аэродинамической сушилкой
21.6. Фасовка топливных пеллет в БИГ-БЕГи		
Фасовочное оборудование	1. Станция затаривания мягких контейнеров типа «БИГ-БЕГ» SZ 1000 ITALTECH; 2. Наполнитель мешков «БИГ-БЕГ» КМК; 3. Станция затаривания мягких контейнеров типа «БИГ-БЕГ» СЗ 500 10/2 Л	Станция затаривания мягких контейнеров типа «БИГ-БЕГ» СЗ 500 10/2 Л
22. Приготовление кормовой дерти из некондиционного зерна кукурузы		
22.1. Накопление некондиционного зерна в пункте приготовления кормовой дерти		
Бункер-накопитель	1. Бункер-накопитель Petkus марки VS; 2. Бункер-накопитель БГП-10; 3. Бункер завальный БЗ-5	Бункер-накопитель БГП-10
22.2. Измельчение зерна дробилкой с пневматическим забором зерна из бункера-накопителя		
Дробилка	1. Дробилка зерна ДПЗ; 2. Дробилка зерна ДПМ; 3. Дробилка зерна ДКР	Дробилка зерна ДКР
22.3. Накопление измельченной дерти		
Бункер-накопитель	1. Бункер-накопитель ООО «ГК АФД-АГРО»; 2. Бункер сухих кормов БСК; 3. Бункер-ворошитель для комбикорма БВ-4	Бункер сухих кормов БСК
22.4. Перегрузка измельченной дерти из бункера-накопителя в автотранспорт		
	1. Шнековый погрузчик для комбикорма АРГОН-АВАНГАРД; 2. Шнековый погрузчик компании Конвейер-Евроснаб с приемочным бункером на 250 л; 3. Транспортёр шнековый передвижной ТШП	Транспортер шнековый передвижной ТШП

Данные приведенные в таблице 3 графически выражаются в виде технологических схем (рисунки 1-3) [11].

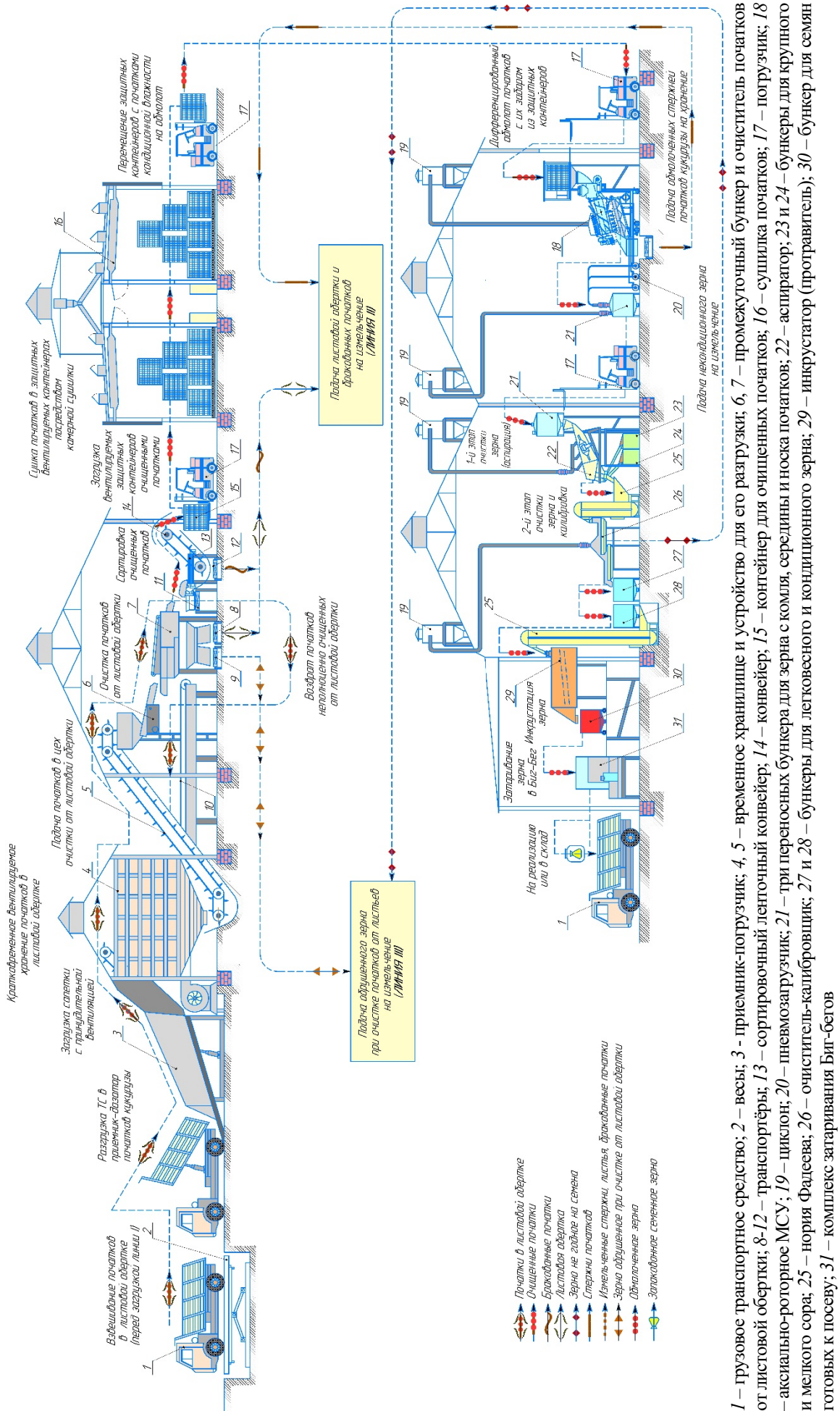
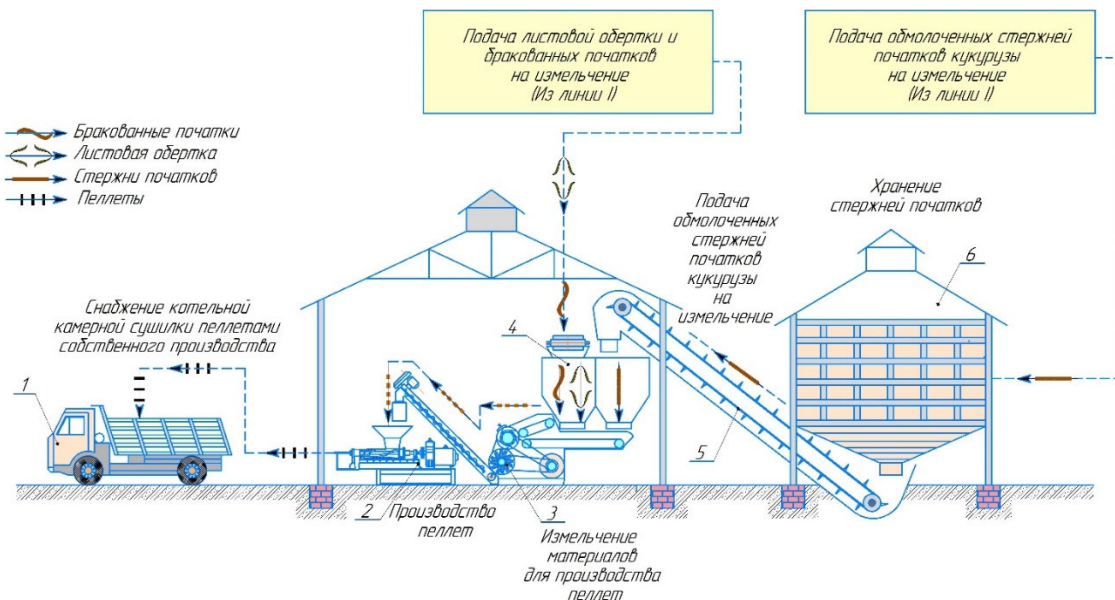


Рис. 1 - Технологическая схема процесса заводской обработки початков и зерна семенной кукурузы

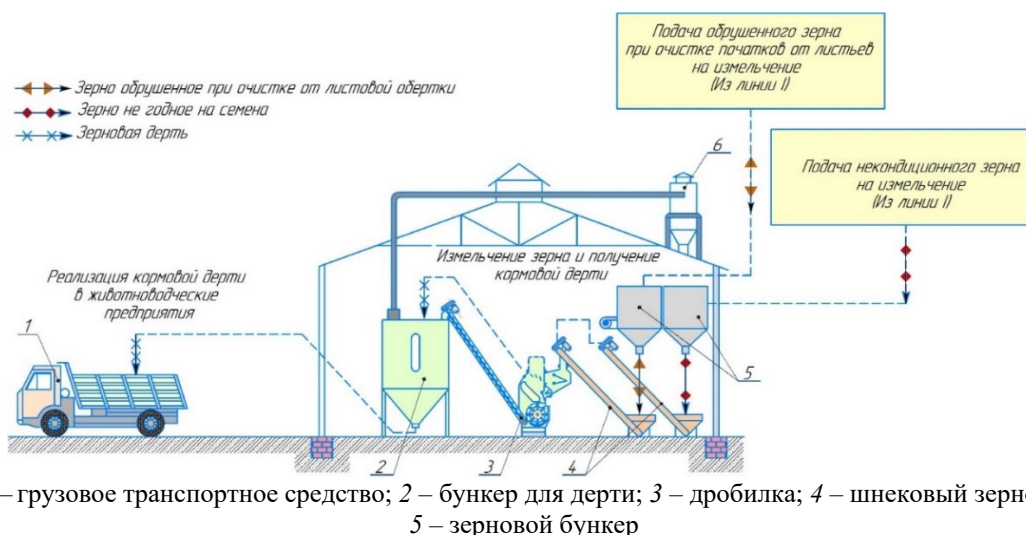
Эффективность перерабатывающего предприятия повышается при снижении затрат на электричество или тепловую энергию. Передовой опыт отечественных предприятий показывает, что переработка отходов производства в тепловую энергию весьма перспективна и востребована. В этом случае некормовые отходы производства целесообразно переработать в отопительные паллеты для твердотопливного котла сушилки початков кукурузы. Экономия средств осуществляется не только за счет снижения энергопотребления производства, но и за счет отсутствия затрат на утилизацию отходов.



1 – грузовое транспортное средство; 2 – аппарат для производства пеллет; 3 – двухступенчатый измельчитель; 4 – секционный бункер; 5 – транспортёр; 6 – секционное временное хранилище

**Рис. 2 - Технологическая схема процесса производства пеллет для котла камерной сушилки из некормовых отходов производства**

Всё легковесное зерно, не представляющее собой особой ценности в качестве семенного материала целесообразно перерабатывать в кормовую дерть для сельскохозяйственных животных, это позволяет получить дополнительный экономический эффект.



1 – грузовое транспортное средство; 2 – бункер для дерти; 3 – дробилка; 4 – шнековый зернопогрузчик; 5 – зерновой бункер

**Рис. 3 - Технологическая схема процесса производства зерновой дерти из кормовых отходов производства**

В линии, приведенной на рисунке 1, предложенной для заводской обработки початков и зерна семенной кукурузы реализован ряд мероприятий минимизирующих макро- и микроповреждения зерна (рисунок 4).

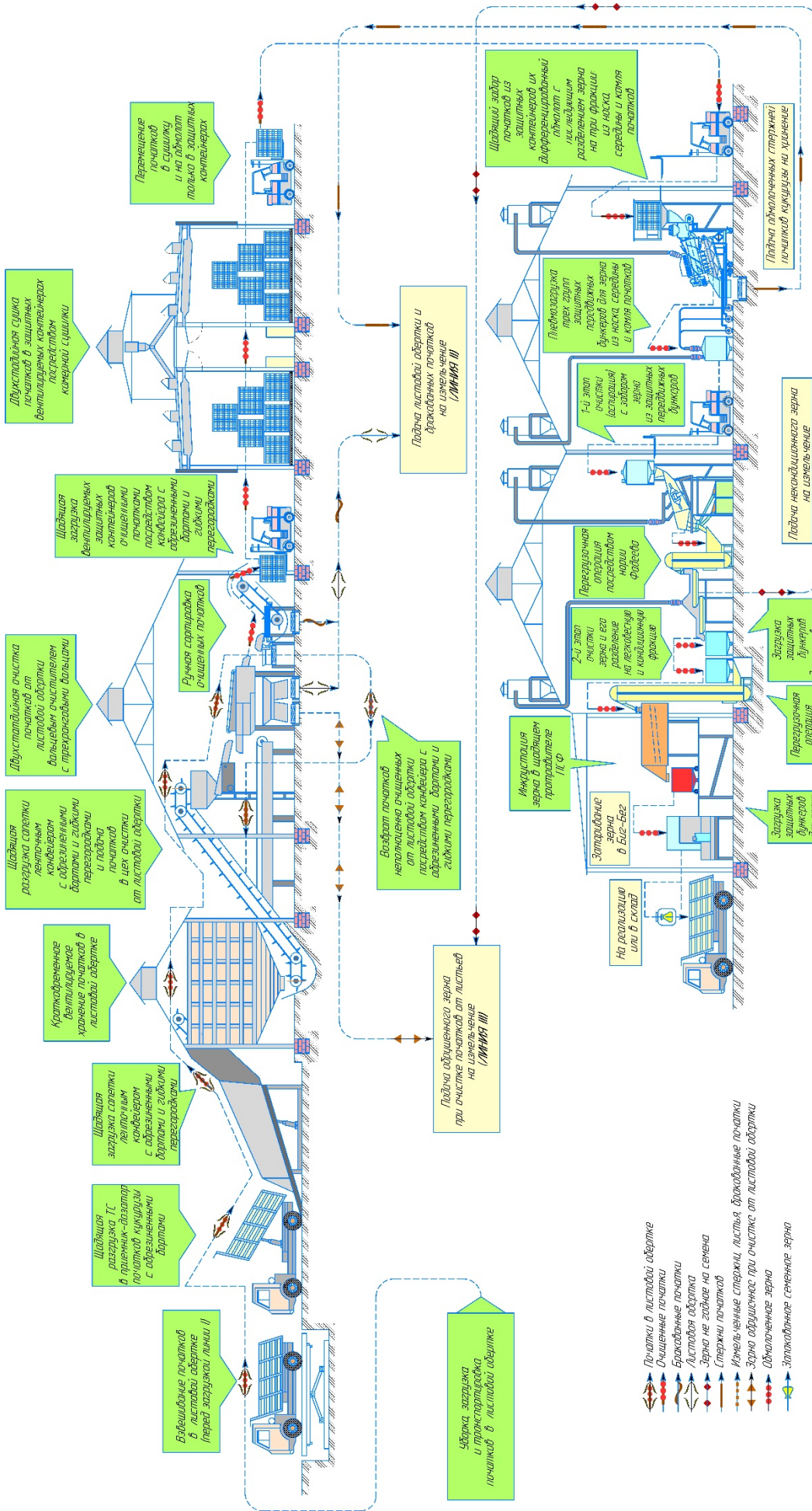


Рис. 4 - Мероприятия минимизирующие макро- и микроповреждения зерна при переработке початков семенной кукурузы



Из рисунка 4 видно, что предложено 21 защитное мероприятие. Данные мероприятия не являются равнозначными, однако обязательны к выполнению, особенно в области применения защитных контейнеров [12]. Наиболее значимым являются обеспечение двухстадийной шадящей сушки початков и их дифференцированный обмолот. Эти процессы наиболее экстремальные с позиции макро- и микроповреждений зерна и требуют углубленных научных исследований.

Создание высокоэффективных сушилок початков и молотильно-сепарирующих систем для семенной кукурузы весьма перспективная научная задача для российской науки и отечественного сельскохозяйственного машиностроения. Это возможно только при осуществлении совместной научно-практической деятельности ведущих научных школ и специалистов реального сектора сельскохозяйственного производства.

В результате отечественное семеноводство кукурузы получит дальнейшее развитие в области внедрения в производство новых технологий поточной обработки урожая, основанных на работе рационально укомплектованных эффективными машинами поточно-технологических линий.

**Выводы.** В результате обобщения можно сделать следующие выводы.

1. Системный метод реализации экспертной процедуры установления приоритетов позволяет осуществлять обоснованный выбор машин и оборудования для разработки и создания эффективного пункта обработки початков семенной кукурузы в потоке при стационарной механизации.

2. Предложенные в таблице 3 марки или типы оборудования несут рекомендательный характер для базового комплектования эффективного перерабатывающего пункта.

3. В данной области наиболее перспективными являются исследования проводимые с целью совершенствования рабочих органов машин, минимизирующих макро- и микроповреждения зерна на этапах сушки початков и их дифференцированного обмолота.

4. Реализация принципа контейнерной защиты початков и зерна при их погрузочно-погрузочных работах, в совокупности с другими защитными мероприятиями, позволит минимизировать макро- и микроповреждения зерна.

5. Эффективность поточной обработки початков семенной кукурузы при стационарной механизации возрастает не только за счет повышения качества продукции, но и за счет переработки вторичного сырья и отходов.

6. Реализация ряда предлагаемых мероприятий в перспективе позволит развить отечественную систему семеноводства кукурузы в области переработки урожая на семенной материале.

#### Библиография

1. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. К.: Урожай, 1994. 216 с.
2. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г. Бионические основы конструирования молотильно-сепарирующих систем для початков кукурузы: монография. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. 168 с.
3. Петунина И.А. Обмолот початков кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2006. 200 с.
4. Петунина И.А. Очистка початков кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2005. 248 с.
5. Курасов В.С., Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2013. 151 с.
6. Сафонов В.А. Специальные вопросы возобновляемой энергетики: монография. Севастополь: Изд-во ФГБНУН Института природно-технических систем РАН, 2017. 338 с.
7. Фолькман Е.Н., Березкин В.М. Монография по кукурузе. М.: Колос, 1965. 751 с.
8. Голик С.М. Механизация уборки, обработки и хранения кукурузы. М.: Колос, 1973. 335 с.
9. Тиняков А.В. Структурный план-схема работы двухступенчатого очистителя початков кукурузы // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 77-83.
10. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Вертий А.А. Теоретические исследования измельчителя стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 3 (7). С. 24-34.

11. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Элементы перспективной механизированной технологии переработки початков семенной кукурузы // Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 455-462.
12. Крюков М.Л., Пышкин В.К., Чулков А.С., Власова С.В., Иванов М.В., Степанов К.А. Контейнерная поточно-транспортная технология подготовки селекционного зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. №6. С. 20-24.

#### References

1. Nagirnij Yu.P. Obgruntuvannya inzhenernikh rishen [Justification of engineering solutions]. K.: Urozhaj, 1994. 216 p.
2. Baharev D.N., Volvak S.F., Pastuhov A.G. Bionicheskie osnovy konstruirovaniya molotil'no-separiruyushchih sistem dlya pochatkov kukuruzy: monografiya. [Bionic basis for the design of threshing and separating systems for corn cobs]. Majsij: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2018. 168 p.
3. Petunina I.A. Obmolot pochatkov kukuruzy [Threshed corn cobs]: monografiya. Krasnodar: KubGAU, 2006. 200 p.
4. Petunina I.A. Ochistka pochatkov kukuruzy [Cleaning of corn on the cob]: monografiya. Krasnodar: KubGAU, 2005. 248 p.
5. Kurasov V.S., Kuceev V.V., Samurganov E.E. Mekhanizaciya rabot v selekcii, sortoispytanii i pervichnom semenovodstve kukuruzy [Mechanization of work in selection, variety testing and primary seed production of maize]: monografiya. Krasnodar: KubGAU, 2013. 151 p.
6. Safonov V.A. Speczialnye voprosy vozobnovlyaevoj energetiki [Special issues of renewable energy]: monografiya. Sevastopol: Izd-vo FGBNUN Instituta prirodno-tekhnicheskikh sistem RAN, 2017. 338 p.
7. Folkman E.N., Berezkin V.M. Monografiya po kukuruze. [Monograph on the corn]. M.: Kolos, 1965. 751 p.
8. Golik S.M. Mekhanizaciya uborki, obrabotki i khraneniya kukuruzy [Mechanization of corn harvesting, processing and storage]. M.: Kolos, 1973. 335 p.
9. Tinyakov A.V. Strukturnyj plan-skhemu raboty dvukhstupenchatogo ochistitelya pochatkov kukuruzy [Block diagram of the operation of a two-stage corn cob cleaner] // Materialy Nacziionalnoj nauchno-prakticheskoj konferenczii «Aktualnye problemy razrabotki, ekspluatacii i tekhnicheskogo servisa mashin v agropromyshlennom komplekse», posvyashhennoj 40-letiyu Belgorodskogo GAU. p. Majsij: FGBOU VO Belgorodskij GAU, 2019. Pp. 77-83.
10. Volvak S.F., Bakharev D.N., Vertij A.A. Teoreticheskie issledovaniya izmelchitelya stebelchatykh kormov s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami [Theoretical studies of the shredder stalked feed is pivotally suspended combined with knives] // Innovaczii v APK: problemy i perspektivy. 2016. № 3 (7). Pp. 24-34.
11. Pastukhov A.G., Bakharev D.N. Elementy perspektivnoj mekhanizirovannoj tekhnologii pererabotki pochatkov semennoj kukuruzy [Elements of a promising mechanized technology for the processing of seed corn cobs] // Materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj internet-konferenczii «Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK». M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. Pp. 455-462
12. Kryukov M.L., Pyshkin V.K., Chulkov A.S., Vlasova S.V., Ivanov M.V., Stepanov K.A. Konteynernaya potочно-transportnaya tekhnologiya podgotovki selektsionnogo zerna [Container flowtransport technology of selection grain production]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2018. Vol. 12. №6. Pp. 20-24.

#### Сведения об авторе

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

#### About the author

Dmitriy N. Baharev, candidate of technical sciences, docent of the department of technical mechanics and construction of machines Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-33 e-mail: baharevdn\_82@mail.ru.

УДК 629.3.015:629.3.032

*М.И. Романченко*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ШИНЫ НА ОСНОВЕ ПЕРЕМЕННОЙ ЭПЮРЫ НОРМАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В СВОБОДНОМ И ВЕДУЩЕМ РЕЖИМАХ

**Аннотация.** Приведена методика определения силовых параметров шины при качении колеса в свободном и ведущем режимах на основе переменной эпюры нормальных реакций с учетом линейного смещения центра нормальных реакций на твердой опорной поверхности. Установлена взаимосвязь коэффициента продольной силы и коэффициента несимметричности переменной эпюры нормальных реакций. Она позволяет определять смещение центра нормальных реакций в продольном направлении к переднему краю контактной площадки шины. Расчетная несимметричность эпюры нормальных реакций может быть получена при соответствующем значении коэффициента несимметричности в интервале от 1 до 0. Величина смещения представлена прямой пропорциональной зависимостью от коэффициента продольной силы. На численном примере представлен расчет силовых параметров качения колеса с тракторной шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38 при использовании эпюры нормальных реакций, описываемой параболической зависимостью четвертой степени. Результирующая продольная реакция определяется двумя составляющими — на участке буксования и на участке покоя элементов контактной площадки шины. Установлено, что максимальное значение результирующей продольной реакции для переменной несимметричной эпюры нормальных реакций наблюдается при большем значении коэффициента буксования колеса по сравнению с симметричной эпюрой, однако остается неизменным для обеих сравниваемых эпюр нормальных реакций. Приведенная методика определения силовых параметров при переменной несимметричности эпюры нормальных реакций на твердой опорной поверхности может найти применение при выборе и обосновании рациональных режимов работы колесных тракторных транспортно-технологических агрегатов в различных дорожных условиях.

**Ключевые слова:** колесо, шина, качение, сила, режим, коэффициент, буксование, трение, сцепление, эпюра.

## SIMULATION OF TIRE POWER PARAMETERS BASED ON A VARIABLE PLOT OF NORMAL REACTIONS WHEN THE WHEEL IS ROLLING IN FREE AND DRIVING MODES

**Abstract.** A method for determining the power parameters of the tire when the wheel is rolling in free and driving modes is presented on the basis of a variable plot of normal reactions, taking into account the linear displacement of the center of normal reactions on a solid support surface. The relationship between the coefficient of longitudinal force and the coefficient of asymmetry of the variable plot of normal reactions is established. It allows you to determine the displacement of the center of normal reactions in the longitudinal direction to the front edge of the tire contact pad. The calculated asymmetry of the normal reaction plot can be obtained with the corresponding value of the asymmetry coefficient in the range from 1 to 0. The displacement value is represented by a direct proportional dependence on the longitudinal force coefficient. The numerical example shows the calculation of the power parameters of the rolling wheel with a tractor tire model Goodyear OPTITRAC DT812 size 520/70R38 using the plot of normal reactions described by the parabolic dependence of the fourth degree. The resulting longitudinal reaction is determined by two components — at the slip area and at the rest area of the elements of the tire contact pad. It is established that the maximum value of the resulting longitudinal reaction for the variable asymmetric plot of normal reactions is observed at a higher value of the wheel slip coefficient compared to the symmetric plot, but remains unchanged for both compared plots of normal reactions. The given method of determining the power parameters with variable asymmetry of the plot of normal reactions on a solid support surface can be used in the selection and justification of rational modes of operation of wheeled tractor transport and technological units in various road conditions.

**Keywords:** wheel, tire, rolling, force, mode, coefficient, slip, friction, clutch, plot.

**Введение.** При расчетном определении силовых параметров качения колеса в свободном и ведущем режимах следует учитывать продольное линейное смещение нормальной реакции дорожной опорной поверхности в плоскости контактной площадки шины. Необходимость учета смещения центра нормальных реакций относительно геометрического центра контактной площадки шины обоснована в работах [1 - 4]. Вместе с тем, в этих работах отражается наличие элементов сложности и неоднозначности при экспериментальном определении, составляющих смещения нормальной реакции. Следует также признать, что адекватные модели аналитического расчета величины смещения на основе доступных исходных данных, пригодные для непосредственного применения, пока не разработаны.

**Цель исследований.** Целью исследований является разработка обобщенной математической модели взаимосвязи силовых и кинематических параметров шины при качении колеса в свободном и ведущем режимах для описания явлений, происходящих в плоскости контактной площадки шины.

**Материалы и методы.** Для расчета силовых параметров качения колеса в различных режимах целесообразно использовать параболическую эпюру нормальных реакций в плоскости контактной площадки шины [5, 6]. Наиболее подходящей для моделирования переменной несимметричности эпюры нормальных реакций по длине контактной площадки тракторной шины низкого давления следует признать параболическую зависимость четвертой степени величины элементарных нормальных реакций  $r_z$  [7]

$$r_z = \frac{1}{16}K - K \left( \delta_{\text{кп}} - \frac{1}{2} \right)^4, \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{кп}}$  — продольная координата по относительной длине участка контактной площадки шины, соответствующая расчетному значению нормальной реакции опорной поверхности;  $K$  — коэффициент пропорциональности, получаемый из условия равенства нормальной (вертикальной) нагрузки на колесо  $G_k$  площади эпюры элементарных нормальных реакций.

Величина  $\delta_{\text{кп}}$  определяется выражением

$$\delta_{\text{кп}} = \frac{l}{l_{\text{кп}}}, \quad (2)$$

где  $l$  — текущая координата контактной площадки шины, отсчитываемая по ее продольной оси в направлении от крайней задней точки контактной площадки к ее передней точке;  $l_{\text{кп}}$  — длина контактной площадки шины, измеряемая по ее продольной оси.

Расчетные значения текущей координаты по длине контактной площадки шины находятся в диапазоне  $0 \leq l \leq l_{\text{кп}}$ .

Расчетная несимметричность переменной эпюры нормальных реакций может быть получена при соответствующем значении коэффициента несимметричности  $k_n$ , находящегося в интервале  $0 \leq k_n \leq 1$ .

Выражение (1) в этом случае следует дополнить сомножителем, заключенным в правой квадратной скобке

$$r_z = \left[ \frac{1}{16}K - K \left( \delta_{\text{кп}} - \frac{1}{2} \right)^4 \right] \left[ k_n + 2(1 - k_n) \delta_{\text{кп}} \right]. \quad (3)$$

В результате преобразования получим развернутое выражение

$$r_z = K \left[ k_n \left( -\delta_{\text{кп}}^4 + 2 \delta_{\text{кп}}^3 - \frac{3}{2} \delta_{\text{кп}}^2 + \frac{1}{2} \delta_{\text{кп}} \right) (2 - 2k_n) \left( -\delta_{\text{кп}}^5 + 2 \delta_{\text{кп}}^4 - \frac{3}{2} \delta_{\text{кп}}^3 + \frac{1}{2} \delta_{\text{кп}}^2 \right) \right]. \quad (4)$$

Интегрирование полученного выражения по переменной величине  $\delta_{\text{кп}}$  в интервале от 0 до 1 для определения суммарной нормальной реакции опорной поверхности  $R_{z \text{ max}}$  и приравнение ее к нормальной нагрузке на колесо  $G_k$  представлено выражением

$$R_{z \text{ max}} = K \left[ k_n \int_0^1 \left( -\delta_{\text{кп}}^4 + 2 \delta_{\text{кп}}^3 - \frac{3}{2} \delta_{\text{кп}}^2 + \frac{1}{2} \delta_{\text{кп}} \right) d\delta_{\text{кп}} \times \right. \\ \left. \times 2(1 - k_n) \int_0^1 \left( -\delta_{\text{кп}}^5 + 2 \delta_{\text{кп}}^4 - \frac{3}{2} \delta_{\text{кп}}^3 + \frac{1}{2} \delta_{\text{кп}}^2 \right) d\delta_{\text{кп}} \right] = G_k. \quad (5)$$

В результате интегрирования в пределах значений  $0 \leq \delta_{\text{кп}} \leq 1$  получим

$$R_{z \text{ max}} = \frac{K}{20} = G_k. \quad (6)$$

Из этого равенства следует, что для любого значения коэффициента несимметричности  $k_n$ , находящегося в диапазоне  $0 \leq k_n \leq 1$ , коэффициент  $K$  является величиной, прямо пропорциональной нормальной нагрузке на колесо  $G_k$

$$K = 20 G_k. \quad (7)$$

Текущее значение суммарной нормальной реакции на участке буксования элементов

контактной площадки шины определяется интегрированием функции (5) в пределах значений  $0 \leq \delta_{кп} \leq \delta_{букс}$

$$R_{z \text{ букс}} = \int_0^{\delta_{букс}} \left[ \frac{1}{16} K - K \left( \delta_{кп} - \frac{1}{2} \right)^4 \right] \left[ k_n + 2(1 - k_n) \delta_{кп} \right] \delta_{кп} \, d\delta_{кп}, \quad (8)$$

где  $\delta_{букс}$  — коэффициент буксования элементов контактной площадки шины.

Величина коэффициента буксования элементов контактной площадки шины  $\delta_{букс}$  определяется длиной контактной площадки шины, элементы которой находятся в буксовании, взятой по отношению ко всей длине контактной площадки шины

$$\delta_{букс} = \frac{l_{букс}}{l_{кп}}, \quad (9)$$

где  $l_{букс}$  — текущая координата границы участка буксования контактной площадки шины, отсчитываемая по оси абсцисс в направлении от крайней задней точки контактной площадки к передней точке по ее продольной оси.

Диапазон значений текущей координаты границы участка буксования находится в интервале  $0 \leq l_{букс} \leq l_{кп}$ .

В результате интегрирования и преобразования получим выражение для определения суммарной нормальной реакции на участке буксования контактной площадки шины

$$R_{z \text{ букс}} = 20 G_k \left[ k_n \left( -\frac{1}{5} \delta_{букс}^5 + \frac{1}{2} \delta_{букс}^4 - \frac{1}{2} \delta_{букс}^3 + \frac{1}{4} \delta_{букс}^2 \right) + (1 - k_n) \left( -\frac{1}{3} \delta_{букс}^6 + \frac{4}{5} \delta_{букс}^5 - \frac{3}{4} \delta_{букс}^4 + \frac{1}{3} \delta_{букс}^3 \right) \right]. \quad (10)$$

Результирующая продольная реакция  $R_x$  определяется суммированием двух составляющих: соответственно  $R_{x \text{ букс}}$  — на участке буксования,  $R_{x \text{ пок}}$  — на участке покоя элементов контактной площадки шины (рис. 1) с учетом зависимостей

$$\begin{aligned} R_x &= R_{x \text{ букс}} + R_{x \text{ пок}}; R_{x \text{ букс}} = R_{z \text{ букс}} \mu_{сц \text{ букс}}; R_{x \text{ пок}} = R_{z \text{ пок}} \mu_{сц \text{ пок}}; \\ R_z &= R_{z \text{ букс}} + R_{z \text{ пок}}; R_{z \text{ букс}} = G_k \delta_{Rz \text{ букс}}; R_{z \text{ пок}} = G_k \delta_{Rz \text{ пок}}, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $R_{x \text{ букс}}$ ,  $R_{x \text{ пок}}$  — продольная реакция соответственно на участке буксования и на участке покоя элементов контактной площадки шины;  $R_{z \text{ букс}}$ ,  $R_{z \text{ пок}}$  — нормальная реакция соответственно на участке буксования и на участке покоя элементов контактной площадки шины;  $\mu_{сц \text{ букс}}$  — коэффициент сцепления элементов контактной площадки шины на участке буксования;  $\mu_{сц \text{ пок}}$  — коэффициент сцепления элементов контактной площадки шины на участке покоя;  $G_k$  — нормальная (вертикальная) нагрузка на колесо, воспринимаемая опорной поверхностью;  $\delta_{Rz \text{ букс}}$  — относительная нормальная реакция на участке буксования элементов контактной площадки шины;  $\delta_{Rz \text{ пок}}$  — относительная нормальная реакция на участке покоя элементов контактной площадки шины.

Коэффициент сцепления элементов контактной площадки шины на участке буксования  $\mu_{сц \text{ букс}}$  определяется по убывающей эллиптической зависимости от относительной нормальной реакции на участке буксования [8]

$$\mu_{сц \text{ букс}} = \mu_{букс} + (\mu_{пок} - \mu_{букс}) \sqrt{1 - \delta_{Rz \text{ букс}}^2}, \quad (12)$$

где  $\mu_{пок}$  — коэффициент трения покоя элементов контактной площадки шины на опорной поверхности при полном отсутствии буксования колеса;  $\mu_{букс}$  — коэффициент трения при полном буксовании колеса и элементов контактной площадки шины.

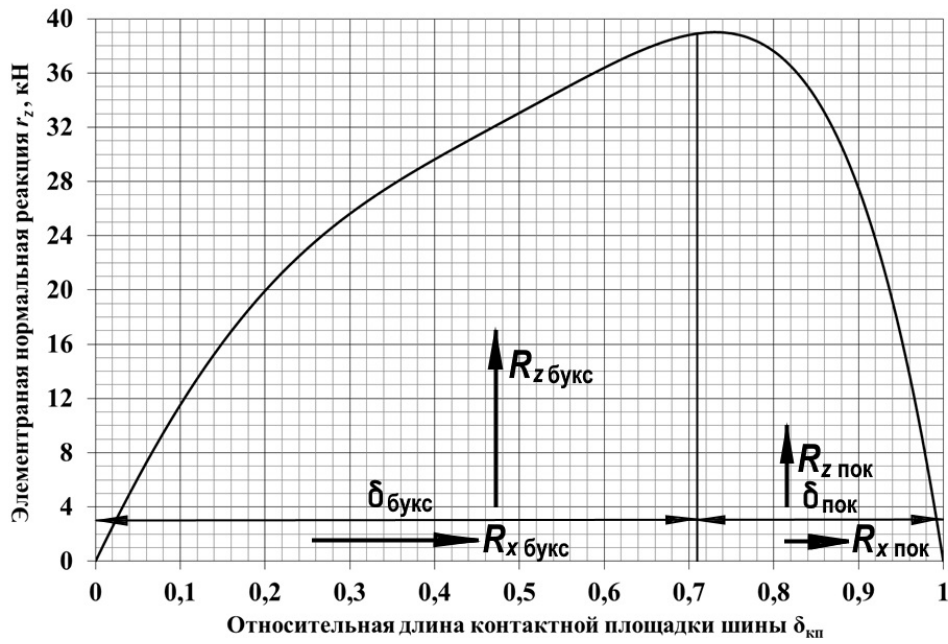


Рис. 1 – Схема образования продольных реакций в плоскости контактной площадки шины при качении колеса в ведущем режиме

Максимальное значение коэффициента сцепления на участке буксования равно коэффициенту трения покоя контактной площадки шины на твердой опорной поверхности при отсутствии буксования колеса. Минимальное значение равно коэффициенту трения буксования элементов контактной площадки при полном буксовании колеса (рис. 2).

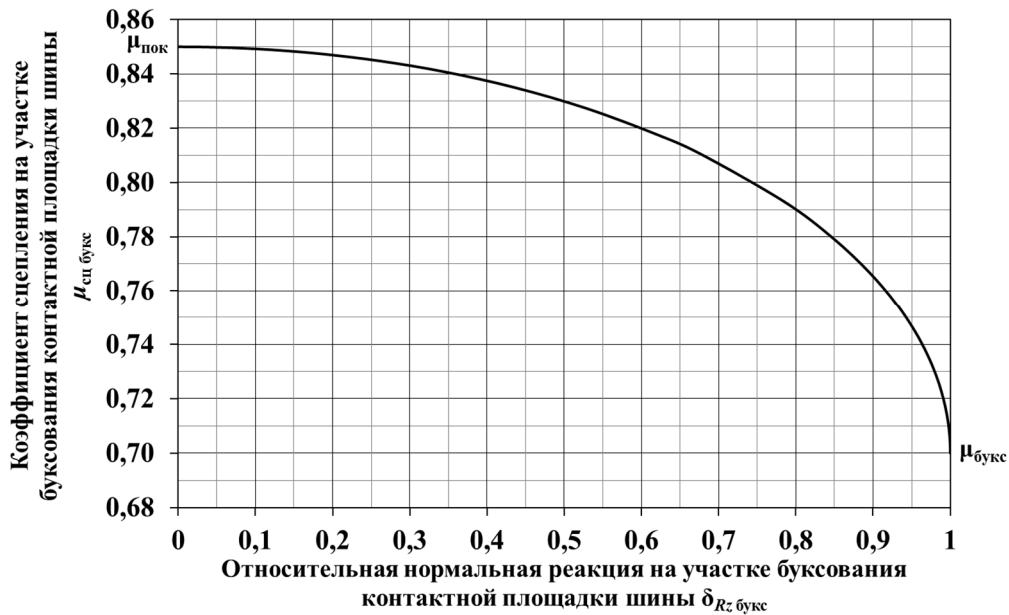


Рис. 2 – Коэффициент сцепления на участке буксования контактной площадки шины

Коэффициент сцепления элементов контактной площадки шины на участке покоя определяется по возрастающей эллиптической зависимости от относительной нормальной реакции на участке покоя [8]

$$\mu_{\text{сц пок}} = \mu_{\text{пок}} \sqrt{1 - \delta_{Rz \text{ пок}}^2} \quad (13)$$

Можно также представить коэффициент сцепления элементов контактной площадки шины на участке покоя в виде зависимости от относительной нормальной реакции на участке буксования (рис. 3)

$$\mu_{\text{сц пок}} = \mu_{\text{пок}} \sqrt{1 - (1 - \delta_{Rz \text{ букс}})^2} \quad (14)$$

Минимальное значение коэффициента  $\mu_{\text{сц пок}}$  равно нулю при отсутствии буксования элементов контактной площадки шины. Максимальное значение равно коэффициенту трения покоя элементов контактной площадки шины на опорной поверхности в момент перехода к полному буксованию, когда последний крайний задний элемент контактной площадки еще продолжает находиться в состоянии покоя.

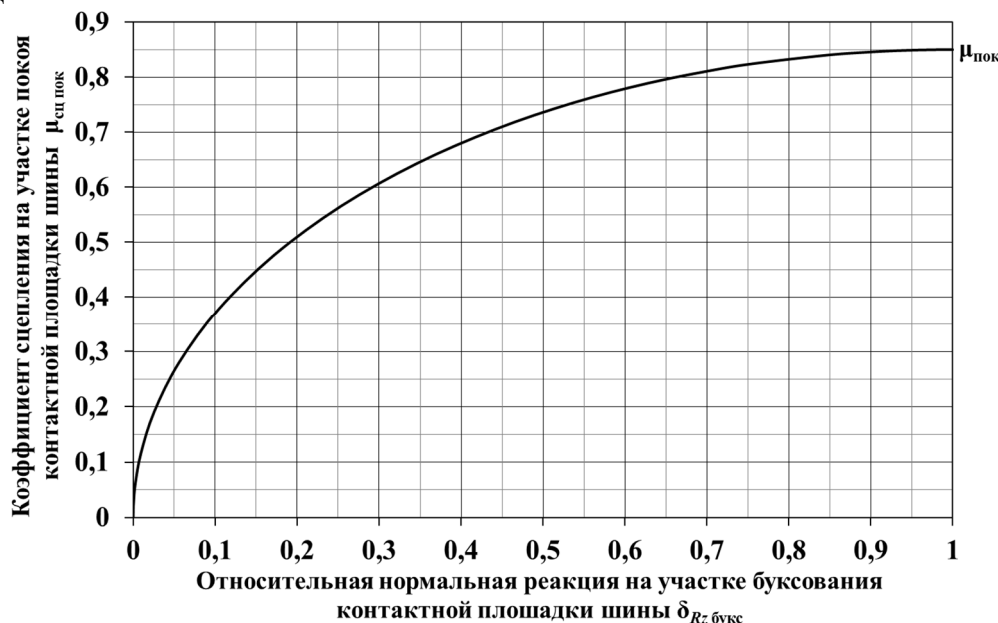


Рис. 3 – Коэффициент сцепления на участке покоя контактной площадки шины

Относительная нормальная реакция на участке буксования элементов контактной площадки шины

$$\delta_{Rz \text{ букс}} = \frac{R_z \text{ букс}}{R_z} = \frac{R_z \text{ букс}}{G_k}, \tag{15}$$

или в развернутом виде

$$\delta_{Rz \text{ букс}} = 20 \left[ k_n \left( -\frac{1}{5} \delta_{\text{букс}}^5 + \frac{1}{2} \delta_{\text{букс}}^4 - \frac{1}{2} \delta_{\text{букс}}^3 + \frac{1}{4} \delta_{\text{букс}}^2 \right) (1 - k_n) \left( -\frac{1}{3} \delta_{\text{букс}}^6 + \frac{4}{5} \delta_{\text{букс}}^5 - \frac{3}{4} \delta_{\text{букс}}^4 + \frac{1}{3} \delta_{\text{букс}}^3 \right) \right] \tag{16}$$

Относительная нормальная реакция на участке покоя

$$\delta_{Rz \text{ пок}} = \frac{R_z \text{ пок}}{R_z} = \frac{R_z \text{ пок}}{G_k}. \tag{17}$$

Площадь эпюры на участке буксования элементов контактной площадки шины, ограниченном относительной длиной  $\delta_{\text{букс}}$ , представляет собой нормальную реакцию  $R_z \text{ букс}$  на участке буксования, а площадь эпюры на участке покоя, ограниченном относительной длиной  $\delta_{\text{пок}}$  — нормальную реакцию  $R_z \text{ пок}$  на участке покоя. На участке буксования действуют составляющая  $R_z \text{ букс}$  нормальной реакции опорной поверхности и составляющая  $R_x \text{ букс}$  продольной реакции, а на участке покоя — соответственно составляющие  $R_z \text{ пок}$  и  $R_x \text{ пок}$ .

Для анализа удельных силовых параметров колеса в ведущем режиме качения используем коэффициент продольной силы  $k_{R_x}$ , представляющий собой отношение продольной реакции  $R_x$  опорной поверхности к нормальной ее реакции  $R_z$  в контактной площадке шины, равной по величине и обратной по направлению нормальной нагрузке  $G_k$  на колесо

$$k_{R_x} = \frac{R_x}{R_z} = \frac{R_x}{G_k}. \tag{18}$$

Выражение для определения результирующей продольной силы имеет вид

$$k_{R_x} = \left( 5 \delta_{\text{букс}}^2 - 10 \delta_{\text{букс}}^3 + 10 \delta_{\text{букс}}^4 - 4 \delta_{\text{букс}}^5 \right) \mu_{\text{сц букс}} + \left( 1 - k_n \right) \left[ 1 - \left( 5 \delta_{\text{букс}}^2 - 10 \delta_{\text{букс}}^3 + 10 \delta_{\text{букс}}^4 - 4 \delta_{\text{букс}}^5 \right) \mu_{\text{сц пок}} \right]. \tag{19}$$

Сумма нормальных реакций контактной площадки шины на участке покоя и на участке буксования должна быть равна нормальной нагрузке на колесо, то есть

$$R_{z \text{ букс}} + R_{z \text{ пок}} = G_k. \quad (20)$$

Применительно к относительным величинам нормальных реакций соотношение можно представить выражением

$$\delta_{Rz \text{ букс}} + \delta_{Rz \text{ пок}} = 1. \quad (21)$$

Исследованиями автора статьи установлено, что коэффициент буксования колеса выражается зависимостью

$$\delta_k = \frac{\alpha_k \delta_{\text{букс}}}{\sqrt{4\pi^2(1-\delta_{\text{букс}}) + \alpha_k^2 \delta_{\text{букс}}}}, \quad (22)$$

где  $\alpha_k$  — центральный угол контакта шины с опорной поверхностью, рад.

Обратная зависимость коэффициента буксования контактной площадки шины от коэффициента буксования колеса имеет вид

$$\delta_{\text{букс}} = \frac{(\alpha_k^2 - 4\pi^2) \delta_k^2 + \sqrt{(16\pi^4 - 8\pi^2\alpha_k^2 + \alpha_k^4) \delta_k^2 + 16\pi^2\alpha_k^2}}{2\alpha_k^2}. \quad (23)$$

Радиус качения колеса в ведущем режиме определяется выражением

$$r_{k \text{ вед}} = r_{k \text{ св}} (1 - \delta_k), \quad (24)$$

где  $r_{k \text{ св}}$  — радиус качения колеса в свободном режиме;  $\delta_k$  — коэффициент буксования колеса.

Для расчетного определения продольного линейного смещения центра нормальных реакций опорной поверхности используем статический момент эпюры относительно вертикальной оси  $r_z$ , который выражается интегральной функцией

$$S_z = \int_0^1 \left[ \frac{1}{16} K - K \left( \delta_{\text{кп}} - \frac{1}{2} \right)^4 \right] [k_n + 2(1 - k_n) \delta_{\text{кп}}] \delta_{\text{кп}} d\delta_{\text{кп}}. \quad (25)$$

После интегрирования выражения в пределах значений  $0 \leq \delta_{\text{кп}} \leq 1$  получим

$$S_z = \frac{K}{420} [13 - 2,5 k_n]. \quad (26)$$

Продольная координата центра масс несимметричной эпюры по относительной длине контактной площадки шины определяется с учетом зависимости (3) выражением

$$\delta_{\text{кп цм}} = \frac{S_z}{G_k} = \frac{1}{21} [13 - 2,5 k_n]. \quad (27)$$

Относительное смещение продольной координаты результирующей нормальной реакции относительно геометрического центра длины контактной площадки составляет

$$\Delta_{\text{нр}} = \delta_{\text{кп цм}} - 0,5. \quad (28)$$

Линейное смещение продольной координаты результирующей нормальной реакции относительно геометрического центра контактной площадки определяет плечо действия результирующей нормальной реакции относительно вертикальной оси колеса

$$a_{\text{нр}} = \Delta_{\text{нр}} l_{\text{кп}}. \quad (29)$$

Для свободного режима качения колеса численное значение плеча  $a_{\text{нр св}}$  определяется выражением, полученным из расчетной формулы для момента сопротивления деформации шины [9]

$$a_{\text{нр св}} = \frac{h_{\text{ст}}}{2\pi}. \quad (30)$$

Ниже в качестве примера выполнен расчет коэффициента несимметричности, а также силовых и кинематических параметров для колеса с шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38, устанавливаемой на ведущие колеса трактора БЕЛАРУС 1523 при следующих исходных данных [10]:

— нормальная нагрузка на колесо  $G_k = 19,5$  кН;



- свободный радиус шины  $r_{св} = 0,876$  м;
- длина окружности качения шины  $l_{ок} = 0,5258$  мм;
- динамический (статический) радиус колеса при нормальной (вертикальной) нагрузке и соответствующем внутреннем давлении воздуха в шине  $r_{д} = 0,782$  м;
- статический нормальный прогиб шины  $h_{ст} = 94,0$  мм =  $0,094$  м;
- длина контактной площадки шины  $l_{кп} = 737,3$  мм =  $0,737$  м;
- центральный угол контактной площадки шины на твердой опорной поверхности  $\alpha_{к} = 0,881$  рад;
- коэффициент трения покоя элементов контактной площадки шины на опорной поверхности  $\mu_{пок} = 0,85$ ;
- коэффициент трения буксования элементов контактной площадки шины на опорной поверхности при полном буксовании колеса  $\mu_{букс} = 0,7$ .

Радиус качения колеса в свободном режиме

$$r_{к св} = \frac{l_{кп}}{\alpha_{к}}, \quad (31)$$

тогда получаем  $r_{к св} = \frac{0,737}{0,881} = 0,837$  м .

Момент сопротивления деформации шины при качении колеса

$$M_{деф} = \frac{G_{к} h_{ст}}{2 \pi}, \quad (32)$$

откуда равно  $M_{деф} = \frac{19,5 \cdot 0,094}{2 \pi} = 0,292$  кН · м .

Момент сопротивления деформации шины преодолевается приложенным к колесу крутящим моментом  $M_{к деф.} = M_{деф} = 0,292$  кН · м.

Коэффициент сопротивления деформации шины при качении колеса в свободном режиме

$$f_{к св} = \frac{h_{ст}}{2 \pi r_{к св}}, \quad (33)$$

получаем  $f_{к св} = \frac{0,094}{2 \pi \cdot 0,837} = 0,01787$  .

Условная продольная реакция опорной поверхности при качении колеса в свободном режиме

$$R_{х св} = \frac{M_{к деф}}{r_{к св}}, \quad (34)$$

равна  $R_{х св} = \frac{0,292}{0,837} = 0,349$  кН .

Численное значение плеча действия результирующей нормальной реакции относительно оси колеса при его качении в свободном режиме составляет по формуле (30)

$$a_{нр св} = \frac{94,0}{2 \pi} = 14,96$$
 мм .

Относительное смещение центра нормальных реакций несимметричной эпюры относительно геометрического центра контактной площадки шины при свободном режиме качения составляет

$$\Delta_{нр св} = \frac{a_{нр св}}{l_{кп}}, \quad (35)$$

откуда получаем  $\Delta_{нр св} = \frac{14,96}{737,3} = 0,0203$  .

Для определения расчетной величины коэффициента несимметричности эпюры нормальных реакций  $k_{н св}$  при свободном режиме качения колеса преобразуем выражение (27) с

учетом соотношения (36), полученного из выражения (28)

$$\delta_{\text{кп цм св}} = \Delta_{\text{нр св}} + 0,5. \quad (36)$$

В результате получим выражение

$$k_{\text{н св}} = 1 - 8,4 \Delta_{\text{нр св}}. \quad (37)$$

В приведенном примере для шины модели Goodyear OPTITRAC DT812 расчетное значение коэффициента несимметричности эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном режиме составляет

$$k_{\text{н св}} = 1 - 8,4 \cdot 0,0203 = 0,8295.$$

На рис. 4 изображена несимметричная эпюра нормальных реакций, приведенная к продольной оси контактной площадки шины на твердой опорной поверхности, и наложенная на эпюру схема смещения центра нормальных реакций опорной поверхности при качении колеса в свободном режиме.

В ведущем режиме качения колеса при увеличении на некоторую величину относительного смещения центра нормальных реакций несимметричной эпюры по сравнению с геометрическим центром контактной площадки шины коэффициент несимметричности эпюры нормальных реакций может быть представлен выражением (37), дополненным коэффициентом  $\varphi$  приращения относительного смещения

$$k_{\text{н}} = 1 - 8,4 \Delta_{\text{нр св}} (1 + \varphi). \quad (38)$$

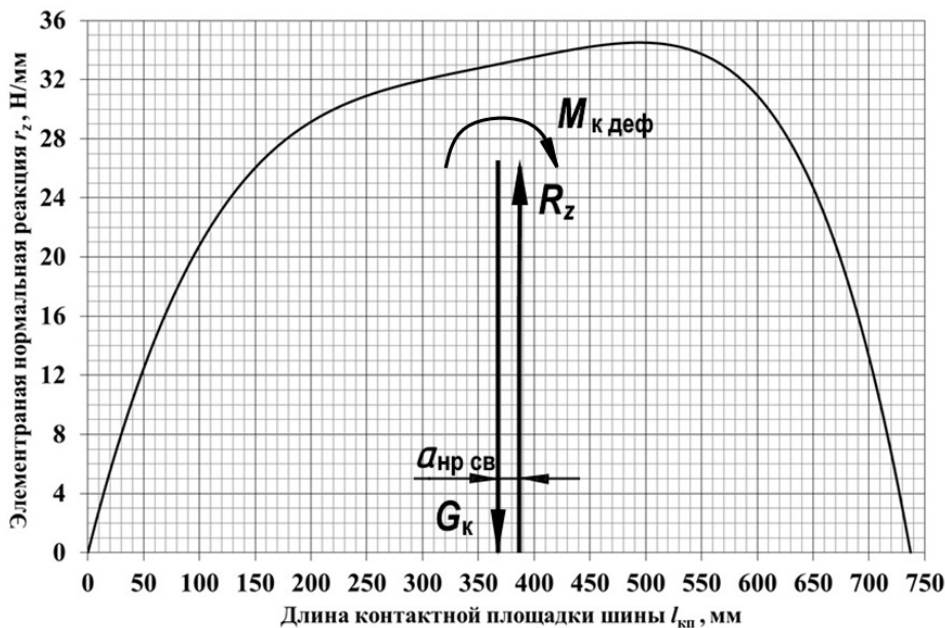


Рис. 4 – Схема смещения центра нормальной реакции опорной поверхности в свободном режиме качения колеса

Коэффициент  $\varphi$  приращения относительного смещения может быть определен линейной или другой зависимостью от коэффициента продольной силы  $k_{Rx}$

$$\varphi = f(k_{Rx}). \quad (39)$$

В работе [3] отмечается, что продольное смещение центра нормальной реакции прямо пропорционально продольному усилию в пятне контакта, то есть продольной реакции.

В этой связи наиболее приемлемой следует признать прямую пропорциональную зависимость с коэффициентом  $\beta$

$$\varphi = \beta \frac{k_{Rx}}{k_{Rx \max}}. \quad (40)$$

Тогда пропорциональную зависимость можно представить в виде выражения (41), пола-

гая при этом, что некоторое максимальное значение коэффициента  $\varphi_{\max}$  приращения относительного смещения наблюдается при максимальным значении коэффициента  $k_{Rx \max}$  продольной силы (рис. 5)

$$k_n = 1 - 8,4 \Delta_{\text{нр св}} \left( 1 + \beta \frac{k_{Rx}}{k_{Rx \max}} \right). \quad (41)$$

Зависимость строится в функции коэффициента продольной силы, текущее значение которого делится на максимальное значение  $k_{Rx \max}$  этого коэффициента. На первом шаге следует выбрать начальное значение коэффициента продольной силы, равно  $k_{Rx \max}$  при симметричной эпюре, то есть при коэффициенте несимметричности, равном единице. Полученное расчетное значение следует подставить в расчетную формулу коэффициента несимметричности эпюры и относительного смещения центра нормальных реакций несимметричной эпюры от геометрического центра контактной площадки. Для получения конечных результатов необходимо выполнить несколько предварительных расчетов с пошаговым уточнением максимального значения  $k_{Rx \max}$ . Для достижения необходимой точности достаточно произвести три-четыре расчетных цикла.

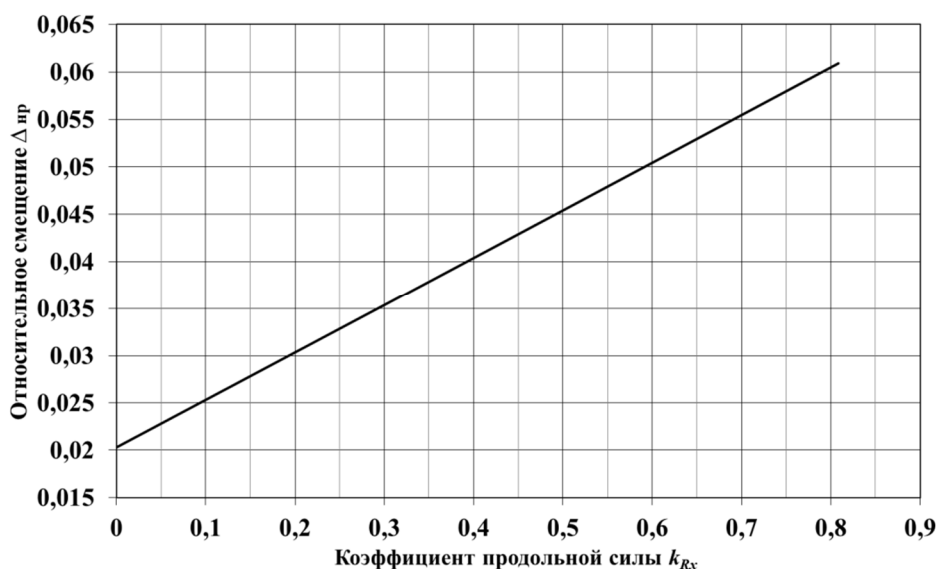


Рис. 5 – Линейная зависимость относительного смещения центра нормальной реакции от коэффициента продольной силы для ведущего режима качения колеса

Относительное смещение центра нормальных реакций несимметричной эпюры от геометрического центра контактной площадки в ведущем режиме выражается зависимостью от относительного смещения центра нормальных реакций несимметричной эпюры по сравнению с геометрическим центром контактной площадки в свободном режиме

$$\Delta_{\text{нр вед}} = \Delta_{\text{нр св}} \left( 1 + \beta \frac{k_{Rx}}{k_{Rx \max}} \right). \quad (42)$$

Для численного примера примем расчетное значение коэффициента прямой пропорциональности  $\beta = 2$ . В этом случае относительное смещение центра нормальных реакций несимметричной эпюры относительно геометрического центра контактной площадки будет увеличено в три раза при максимальном значении коэффициента продольной силы в ведущем режиме качения колеса по сравнению с начальным значением, соответствующим свободному режиму качения колеса.

Значение коэффициента  $\beta$  может варьировать в диапазоне от единицы до определенного возрастающего значения, которое можно получить из экспериментальных или расчетных данных по величине относительного смещения центра нормальных реакций несимметричной эпюры в сопоставлении с геометрическим центром контактной площадки.

На рис. 6 представлена несимметричная эпюра нормальных реакций опорной поверхности и наложенная на нее схема смещения нормальной реакции с приложением сил и моментов при максимальном значении коэффициента продольной силы в ведущем режиме качения колеса. Значение коэффициента несимметричности эпюры нормальных реакций опорной поверхности составляет  $k = 0,4884$ .

Крутящий момент  $M_k$ , приложенный к колесу в ведущем режиме качения, включает в себя две составляющие — крутящий момент  $M_{k \text{ деф}}$ , преодолевающий действие на плече, равном смещению  $a_{нр}$  нормальной реакции, пары нормальных сил  $R_z$  и  $G_k$ , образующих момент сопротивления деформации шины, и крутящий момент  $M_{k \text{ тяг}}$ , преодолевающий действие на условном плече, равном радиусу  $r_{к св}$  качения колеса в свободном режиме, пары продольных сил  $P_x$  и  $R_x$ , образующих момент тягового сопротивления.

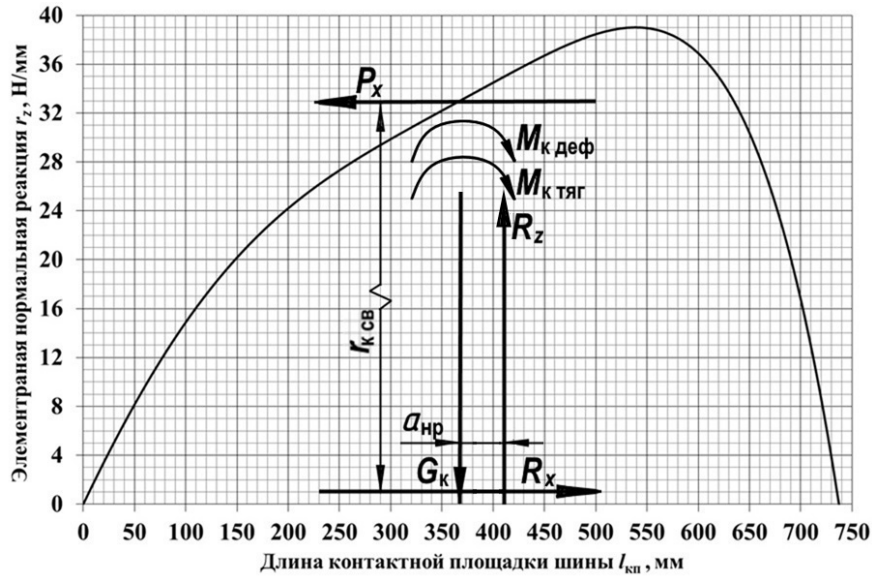


Рис. 6 – Схема смещения нормальной реакции опорной поверхности с приложением сил и моментов при максимальном значении коэффициента продольной силы

В результате графоаналитического анализа совмещенных зависимостей коэффициентов сцепления и коэффициента продольной силы от относительной нормальной реакции на участке буксования элементов контактной площадки шины установлено, что максимальное значение коэффициента продольной силы наблюдается при его одновременном равенстве значениям коэффициентов сцепления элементов контактной площадки шины  $\mu_{сц \text{ букс}}$  и  $\mu_{сц \text{ пок}}$  соответственно на участке буксования и на участке покоя, то есть при соблюдении условия (рис. 7)

$$k_{R_x \text{ max}} = \mu_{сц \text{ букс}} = \mu_{сц \text{ пок}} \quad (43)$$

Достижение максимальной продольной силы при одинаковых коэффициентах сцепления на участках буксования и покоя можно объяснить тем, что в этом сочетании стабилизируется напряженно-деформированное состояние элементов контактной площадки шины и создаются наиболее оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей силового взаимодействия шины с опорной поверхностью.

Поскольку оба коэффициента сцепления  $\mu_{сц \text{ букс}}$  и  $\mu_{сц \text{ пок}}$  находятся в зависимости от относительной нормальной реакции  $\delta_{R_z \text{ букс}}$  на участке буксования в соответствии с выражениями (12) и (14), для определения относительной нормальной реакции  $\delta_{R_z \text{ букс}}$  на участке буксования элементов контактной площадки шины, соответствующей максимальному значению коэффициента продольной силы, необходимо приравнять эти выражения друг к другу

$$\mu_{\text{букс}} + (\mu_{\text{пок}} - \mu_{\text{букс}}) \sqrt{1 - \delta_{R_z \text{ букс}}^2} = \mu_{\text{пок}} \sqrt{1 - (1 - \delta_{R_z \text{ букс}})^2} \quad (44)$$

В результате преобразования выражения (44) получено трансцендентное уравнение относительно переменной величины  $\delta_{Rz \text{ букс}}$ , которое можно приближенно решить способом последовательных итераций с заданной точностью

$$\delta_{Rz \text{ букс}} = \left[ \frac{(2 \mu_{\text{пок}}^2 + \mu_{\text{букс}}^2 - 2 \mu_{\text{пок}} \mu_{\text{букс}}) \delta_{Rz \text{ букс}}^2 - \mu_{\text{пок}}^2 + 2 \mu_{\text{пок}} \mu_{\text{букс}} +}{+ 2 (\mu_{\text{пок}}^2 - \mu_{\text{пок}} \mu_{\text{букс}}) \sqrt{\delta_{Rz \text{ букс}}^4 - 2 \delta_{Rz \text{ букс}}^3 - \delta_{Rz \text{ букс}}^2 + 2 \delta_{Rz \text{ букс}}}} \right] / (2 \mu_{\text{пок}}^2). \quad (45)$$

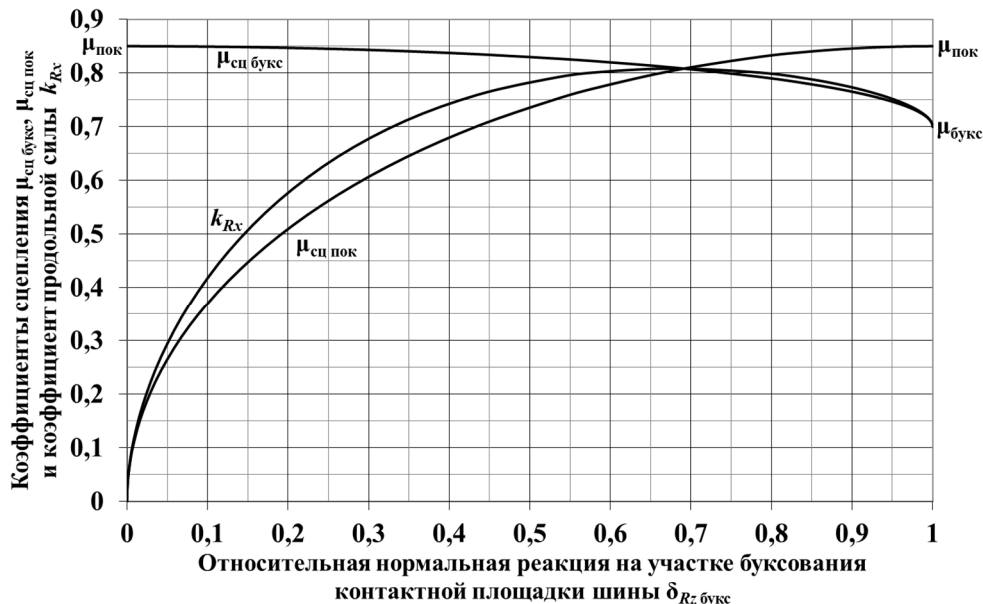


Рис. 7 – Совмещенные зависимости коэффициентов сцепления и коэффициента продольной силы от относительной нормальной реакции на участке буксования контактной площадки шины

Для расчета максимального значения коэффициента продольной силы при полученном итерационном значении относительной нормальной реакции  $\delta_{Rz \text{ букс}}$  опорной поверхности следует использовать выражение (14).

**Результаты и обсуждение.** Результаты расчета силовых параметров колеса для ведущего режима качения приведены в сравнении симметричной и несимметричной эпюр нормальных реакций опорной поверхности в области максимального значения коэффициента продольной силы  $k_{Rx \text{ max}}$ . Эта область является докритической в отношении стабильной реализации тяговых свойств колеса без последующего срыва его в полное буксование.

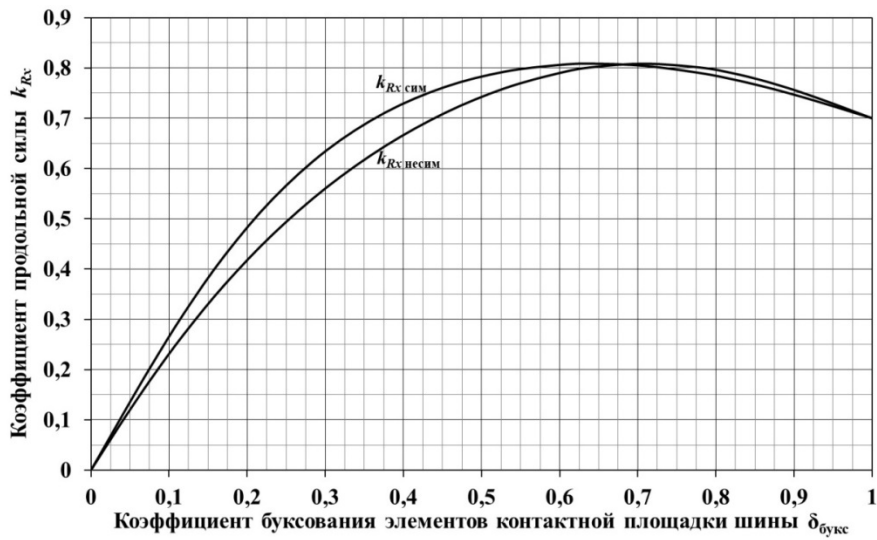
Расчетные данные для сравнительной оценки силовых параметров качения колеса с учетом несимметричной эпюры нормальных реакций, имеющей коэффициент несимметричности  $k_n = 0,4884$  при максимальном коэффициенте продольной силы, и для сопоставимой симметричной эпюры представлены графическими зависимостями на рис. 8 и 9. Смещение центра нормальных реакций для максимального тягово-нагрузочного режима колеса составляет:  $\Delta_{нр} = 0,0609$  — в относительном выражении,  $a_{нр} = 44,90$  мм — в абсолютном выражении, что больше смещения центра нормальных реакций опорной поверхности в свободном режиме качения колеса на 29,94 мм.

При несимметричной и симметричной эпюре нормальных реакций максимальное значение коэффициента продольной силы одинаково и составляет  $k_{Rx \text{ max}} = 0,8084$ .

Коэффициент буксования элементов контактной площадки шины при несимметричной эпюре составляет значение  $\delta_{\text{букс}} = 0,709$ , а при симметричной эпюре —  $\delta_{\text{букс}} = 0,645$ . Отклонение значения при несимметричной эпюре по сравнению с симметричной эпюрой составляет 9,92 %.

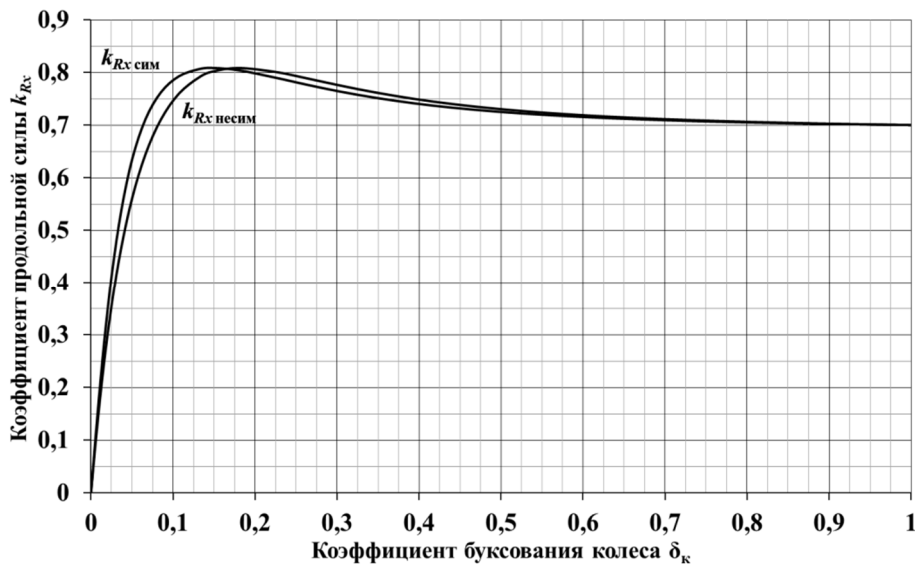
Коэффициент буксования колеса при несимметричной эпюре составляет  $\delta_k = 0,180$ , а при симметричной эпюре —  $\delta_k = 0,149$ . Отклонение значения при несимметричной эпюре по сравнению с симметричной эпюрой составляет 20,81 %.

Дальнейшее гипотетическое увеличение несимметричности переменной эпюры при прочих равных условиях приводит к смещению максимума продольной силы в сторону еще больших значений коэффициента буксования элементов контактной площадки шины и коэффициента буксования колеса при неизменном максимальном значении продольной силы.



$k_{Rx\text{ сим}}$  – коэффициент продольной силы при симметричной эпюре;  
 $k_{Rx\text{ несим}}$  – коэффициент продольной силы при несимметричной эпюре

**Рис. 8 – Зависимость коэффициента продольной силы от коэффициента буксования элементов контактной площадки шины при симметричной и несимметричной эпюре нормальных реакций опорной поверхности**



$k_{Rx\text{ сим}}$  – коэффициент продольной силы при симметричной эпюре;  
 $k_{Rx\text{ несим}}$  – коэффициент продольной силы при несимметричной эпюре

**Рис. 9 – Зависимость коэффициента продольной силы от коэффициента буксования колеса при симметричной и несимметричной эпюре нормальных реакций опорной поверхности**

Следует иметь в виду, что в предложенной графоаналитической модели, — для исключения некорректного представления эпюры нормальных реакций опорной поверхности с переходом в область их отрицательных значений, наложено ограничение по величине смещения центра нормальных реакций, максимальное относительное значение которого не должно превышать  $\Delta_{нр}=0,119$  при граничном значении коэффициента несимметричности эпюры  $k_n=0$ . Для шины модели Goodyear OPTITRAC DT812 максимальное абсолютное смещение в ведущем ре-

жиме ограничено значением  $a_{нр}=87,74$  мм, что в 5,86 раза больше смещения в свободном режиме качения колеса (рис. 10).

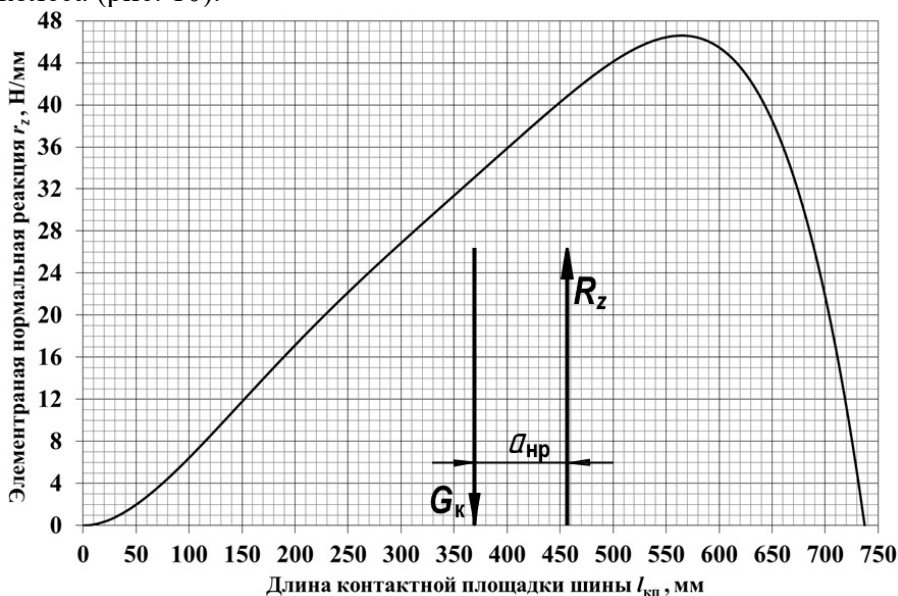


Рис. 10 – Смещение центра нормальных реакций опорной поверхности при предельной несимметричности переменной эпоры нормальных реакций

**Выводы.** Представленная графоаналитическая модель переменной эпоры нормальных реакций опорной поверхности позволяет получить подходящую расчетную несимметричную форму эпоры, отображающую силовые параметры шины, применительно к свободному и ведущему режимам качения колеса.

Установлено, что максимальная продольная сила, определяемая с учетом несимметричности эпоры и смещения нормальной реакции, реализуется при большем буксовании колеса по сравнению с расчетами, основанными на использовании симметричной эпоры.

Приведенная методика определения силовых параметров шины на основе переменной несимметричной эпоры нормальных реакций может найти применение при расчете и обосновании эксплуатационных показателей тракторных транспортно-технологических агрегатов, оснащенных колесными движителями, а также при выборе рациональных нагрузочных и скоростных режимов их работы в различных дорожных условиях.

### Библиография

1. Козлов Ю.Н. Сальников В.И., Барашков А.А., Балакина Е.В. Определение взаимного положения зон разного трения в пятне контакта шины с опорной поверхностью // Автомобильная промышленность. 2014. № 7. С. 15–17.
2. Балакина Е.В., Зотов Н.М. Расчет продольного сноса нормальной реакции на колесо из-за упругих угловых деформаций шины // Автомобильная промышленность. 2015. № 4. С. 25–26.
3. Копотилов В.И. Смещение пятна контакта шины как фактор изменения сопротивления качению // Грузовик. 2016. № 4. С. 26–30.
4. Луан Ле Ван, Федотов А.И. Математическая модель для расчета нормальных и касательных напряжений в пятне контакта колеса с эластичной шиной с плоской опорной поверхностью // Состояние и перспективы развития социально-культурного и технического сервиса : материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2 ч. Ч. 1. Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та. 2014. С. 139-144.
5. Богомоллов В.А. Расчетное распределение давлений в пятне контакта шины с поверхностью дорожной одежды // Вестник ХНАДУ. 2016. Вып. 72. С. 143–150.
6. Алипов А.А. Беляков В.В., Блохин А.Н., Зезюлин Д.В. Распределение давлений в контакте шины с дорогой // Вестник ИЖГТУ. 2011. № 1 (49). С. 15–18.
7. Романченко М.И. Силовые параметры качения колеса в ведущем режиме // Тракторы и сельхозмашины. 2009. № 9. С. 41-44.
8. Mikhail Romanchenko, Alexander Pastukhov. Determination of specific power parameters and coefficient of slipping of tractor wheel. Contents of Proceedings of 18th International Scientific Conference. Engineering for rural development. Jelgava. 2019. May 22-24, p. 50-56.

9. Романченко М.И. Сопrotивление деформации шины при качении колеса // Автомобильная промышленность. 2009. № 7. С. 20–23.
10. Шины для тракторов, сельскохозяйственных машин и лесозаготовительной техники Goodyear OPTITRAC DT812. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.teh-center.ru/index.php?productID=1322> (дата обращения 16.03.2021).

#### Reference

1. Kozlov YU.N. Sal'nikov V.I., Barashkov A.A., Balakina E.V. Opredelenie vzaimnogo polozheniya zon raznogo treniya v pyatne kontakta shiny s opornoj poverhnost'yu [Determination of the relative position of the zones of different friction in the contact spot of the tire with the support surface] // Avtomobil'naya promyshlennost'. 2014. № 7. S. 15–17.
2. Balakina E.V., Zotov N.M. Raschet prodol'nogo snosa normal'noj reakcii na koleso iz-za uprugih uglovyh deformatsij shiny [Calculation of the longitudinal drift of the normal reaction to the wheel due to elastic angular deformations of the tire] // Avtomobil'naya promyshlennost'. 2015. № 4. S. 25–26.
3. Kopotilov V.I. Smeshchenie pyatna kontakta shiny kak faktor izmeneniya soprotivleniya kacheniyu [Tire contact spot displacement as a factor of rolling resistance change] // Gruzovik. 2016. № 4. S. 26–30.
4. Luan Le Van, Fedotov A.I. Matematicheskaya model' dlya rascheta normal'nyh i kasatel'nyh napryazhenij v pyatne kontakta kolesa s elastichnoj shinoj s ploskoj opornoj poverhnost'yu [Mathematical model for calculating normal and tangential stresses in the contact spot of a wheel with an elastic tire with a flat support surface] // Sostoyanie i perspektivy razvitiya social'no-kul'turnogo i tekhnicheskogo servisa : materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 2 ch. CH. 1. Bijsk : Izd-vo Alt. gos. tekhn. un-ta. 2014. S. 139-144.
5. Bogomolov V.A. Raschetnoe raspredelenie davlenij v pyatne kontakta shiny s poverhnost'yu dorozhnoj odezhdy [Calculated pressure distribution in the contact spot of the tire with the road surface] // Vestnik HNADU. 2016. Вып. 72. S. 143–150.
6. Alipov A.A. Belyakov V.V., Blohin A.N., Zezyulin D.V. Raspredelenie davlenij v kontakte shiny s dorogoj [Pressure distribution in tire-road contact] // Vestnik IZHGTU. 2011. № 1 (49). S. 15–18.
7. Romanchenko M.I. Silovye parametry kacheniya kolesa v vedushchem rezhime [Power parameters of the wheel rolling in the driving mode] // Traktory i sel'hoz mashiny. 2009. № 9. S. 41-44.
8. Mikhail Romanchenko, Alexander Pastukhov. Determination of specific power parameters and coefficient of slipping of tractor wheel. Contents of Proceedings of 18th International Scientific Conference. Engineering for rural development. Jelgava. 2019. May 22-24, p. 50-56.
9. Romanchenko M.I. Soprotivlenie deformacii shiny pri kachenii kolesa [Resistance to tire deformation when the wheel is rolling] // Avtomobil'naya promyshlennost'. 2009. № 7. S. 20–23.
10. Shiny dlya traktorov, sel'skohozyajstvennyh mashin i lesozagotovitel'noj tekhniki Goodyear OPTITRAC DT812 [Tires for tractors, agricultural machinery and logging equipment Goodyear OPTITRAC DT812]. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.teh-center.ru/index.php?productID=1322> (data obrashcheniya 16.03.2021).

#### Сведения об авторах

Романченко Михаил Иванович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-29-35, e-mail: [mir-23@mail.ru](mailto:mir-23@mail.ru).

#### Information about the authors

Romanchenko Mikhail I., Candidate of Technical Sciences, associate professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone +7 4722 39-29-35, e-mail: [romanchenko\\_mi@bsaa.edu.ru](mailto:romanchenko_mi@bsaa.edu.ru).



## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 633.21.3: 631.584.5

*А.Г. Гурин, Н.Ю. Ревин*

### ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И РОСТОВАЯ АКТИВНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЯБЛОНИ В САДАХ ПРИ ЗАДЕРНЕНИИ МЕЖДУРЯДИЙ БОБОВО-ЗЛАКОВЫМИ ТРАВАМИ

**Аннотация.** В статье представлены материалы многолетних исследований по изучению в яблоневых садах пищевого режима почвы, находящейся под задернением бобово-злаковыми многолетними травами, а также их влияние на ростовую активность корневой системы деревьев. Количество нитратного азота находилось в прямой зависимости от соотношения бобового компонента в фитоценозе. Содержание азота в контрольном варианте было наименьшим: 19,7 мг/кг в слое почвы 0-30 см. и 13,4 мг/кг в слое 30-60 см. При естественном задернении междурядий в этом варианте в основном преобладала злаковая разнотравье. Наибольшее количество нитратного азота было в варианте с посевом клевера красного 70% тимофеевки луговой 30%. В отличие от накопления нитратного азота, количество которого определялось прежде всего деятельностью клубеньковых бактерий на корнях клевера красного, накопление подвижного фосфора и обменного калия зависело от количества скошенной массы в междурядьях сада. Наименьшее содержание подвижного фосфора было в варианте с естественным задернением. В контрольном варианте его количество составило 118 мг/кг. Наличие бобово-злаковой растительности в междурядьях сада обеспечило большее накопление данного элемента в почве. В слое почвы 0-30 см. содержание подвижного фосфора в зависимости от соотношения бобово-злаковых трав было 127,4 мг/кг. В варианте с соотношением клевера красного и тимофеевки луговой 3:7 отмечено наибольшее содержание фосфора. Как уже указывалось, количество накопленных элементов питания в почве определяется прежде всего массой скошенной растительности. Залужение междурядий сада бобово-злаковой травосмесью способствовало также большему, относительно естественного задернения, накоплению в почве обменного калия. Содержание обменного калия в указанных вариантах было 122,3-134,9 мг/кг. Наибольшее содержание данного элемента было в варианте с соотношением бобово-злакового компонента 3:7. Более высокая ростовая активность корней яблони наблюдалась в варианте с задернением травосмесью, состоящей из клевера красного и тимофеевки луговой в соотношении 7:3.

**Ключевые слова:** яблоня, корни, почва, задернение, пищевой режим, бобовые травы, злаковые травы.

### THE FOOD REGIME OF THE SOIL AND THE GROWTH ACTIVITY OF THE ROOT SYSTEM OF APPLE TREES IN ORCHARDS WHEN THE ROW SPACING IS BLACKENED WITH LEGUME-CEREAL GRASSES

**Annotation.** The article presents the materials of long-term research on the study of the nutritional regime of the soil under the blackening of legume-cereal perennial grasses in apple orchards, as well as their influence on the growth activity of the root system of trees. The amount of nitrate nitrogen was directly related to the ratio of the legume component in the phytocenosis. The nitrogen content in the control version was the lowest: 19.7 mg / kg in the soil layer 0-30 cm and 13.4 mg/kg in the layer 30-60 cm. With the natural blackening of the row spacing, this variant was mainly dominated by grassy grasses. The highest amount of nitrate nitrogen was in the variant with sowing of red clover 70% of meadow timothy 30%. In contrast to the accumulation of nitrate nitrogen, the amount of which was determined primarily by the activity of nodule bacteria on the roots of red clover, the accumulation of mobile phosphorus and exchangeable potassium depended on the amount of mown mass in the rows of the garden. The lowest content of mobile phosphorus was in the version with natural blackening. In the control version, its amount was 118 mg / kg, the presence of legume-cereal vegetation in the rows of the garden provided a greater accumulation of this element in the soil. In the soil layer 0-30 cm. The content of mobile phosphorus, depending on the ratio of legume-cereal grasses, was 127.4 mg/kg, in the variant with the ratio of red clover and meadow timothy 3:7, the highest content of phosphorus was noted. As already mentioned, the amount of accumulated nutrients in the soil is determined primarily by the mass of mown vegetation. The tinning of the rows of the garden with a legume-grass mixture also contributed to a greater, relatively natural blackening, accumulation of exchangeable potassium in the soil. The content of exchangeable potassium in these variants was 122.3-134.9 mg/kg. The highest content of this element was in the variant with the ratio of legume-cereal component 3:7. Higher growth activity of apple roots was observed in the variant with blackening with a grass mixture consisting of red clover and meadow timothy in the ratio of 7: 3.

**Key words:** apple tree, roots, soil, blackening, food regime, leguminous grasses, cereal grasses.

**Введение.** Корневая система плодового дерева является важным органом. Она поглощает из почвы воду и растворённые в ней минеральные вещества и образует органические соединения. Получение высоких и стабильных урожаев возможно лишь при создании условий, обеспечивающих активную жизнедеятельность корневой системы в течение всего вегетацион-

ного периода. Системы содержания почвы оказывают существенное влияние на ростовые процессы корневой системы [1]. Сплошное задернение междурядий угнетает рост корней плодовых культур, что сказывается на состоянии всего плодового дерева [2,3]. Угнетение ростовой активности объясняется прежде всего конкуренцией между плодовыми культурами и травянистой растительностью за влагу и элементы питания [4,5,6].

Дерново-перегнойная система содержания почвы в междурядьях сада позволяет устранить указанный недостаток сплошного залужения. Это достигается многократным скашиванием травянистой растительности и оставлением их на месте. Перепривающая надземная масса и отмирающая корневая система многолетних трав обогащает почву элементами минерального питания [7]. Необходимо учитывать, что для роста плодовыми деревьями в первую очередь необходим азот. Следовательно, для обеспечения почвы этим элементом в состав травосмесей необходимо вводить бобовые многолетние травы, которые способны фиксировать азот атмосферы. В промышленных садах задернение междурядий в основном производится за счёт естественного залужения [8] или посева многолетних злаковых трав [9,10]. Исследований по изучению влияния бобово-злаковых травосмесей в России проводилось недостаточно, а в условиях лесостепной зоны таких исследований не было.

**Цель исследований.** Исходя из этого, целью исследования было изучение влияния бобово-злаковой растительности в междурядьях сада на содержание элементов питания в почве и ростовую активность корневой системы яблони.

**Методика.** Варианты опыта:

1. Естественное задернение (контроль);
2. Клевер красный 50% + Тимофеевка луговая 50%;
3. Клевер красный 70% + Тимофеевка луговая 30%;
4. Клевер красный 30% + Тимофеевка луговая 70%.

Посев злаково-бобовых трав в междурядьях сада был произведен в 2015 г., повторность в опыте 3-кратная. Учётных деревьев в повторении - 24 шт. Размещение вариантов рендомизированное. Скашивание и измельчение надземной массы проводили по мере отрастания растений на высоту 15-20 см. Ростовую активность корневой системы яблони изучали по методу В. А. Колесникова [11]. Содержание нитратного азота определяли колориметрическим методом по Гранваль-Ляжу [12], подвижный фосфор-методом фотометрии на фотометре КФК-3, обменный калий -на пламенном фотометре Jenway PFP-7 по Чирикову в модификации ЦИНАО [13].

**Результаты исследования.** Ботанический состав травостоя в междурядьях яблоневого сада оказал влияние на содержание элементов питания в почве (Табл. 1).

**Таблица 1 – Содержание элементов питания в почве в зависимости от ботанического состава бобово-злаковых трав в междурядьях яблоневого сада (2017-2019гг)**

Варианты	Нитратный азот, мг/кг		Подвижный фосфор, мг/кг		Обменный калий, мг/кг	
	0-30см	30-60см	0-30см	30-60см	0-30см	30-60см
Естественное задернение (контроль)	19,7	13,4	118,3	89,7	124,9	117,6
Клевер красный 50% +Тимофеевка луговая 50%	27,9	18,2	131,4	97,9	143,6	128,4
Клевер красный 70% +Тимофеевка луговая 30%	36,9	21,1	127,4	95,1	134,8	122,3
Клевер красный 30% +Тимофеевка луговая 70%	23,6	15,7	142,6	103,2	156,1	134,9
НСР <sub>05</sub>	2,41	1,26	11,06	7,33	12,14	8,32

Окультуривание почвы, как известно, способствует увеличению нитратного азота. Посев бобово-злаковых многолетних трав в междурядьях сада является широко распространённым приёмом окультуривания. Основным поставщиком азота являются бобовые культуры, в т.ч. клевер красный, который может фиксировать азот воздуха и почвы до 150 кг с 1га.

Количество нитратного азота находилось в прямой зависимости от соотношения бобового компонента в фитоценозе. При естественном задернении междурядий преобладала злаковое разнотравье. Содержание азота в контрольном варианте было наименьшим: 19,7 мг/кг в слое почвы 0-30 см. и 13,4 мг/кг в слое 30-60 см. Во втором варианте при соотношении клевера красного и тимофеевки луговой 1:1, содержание нитратного азота по слоям почвы составило соответственно 27,9 мг/кг и 18,2 мг/кг. Наибольшее количество нитратного азота было в варианте с посевом клевера красного 70% и тимофеевки луговой 30%. В слое почвы 0-30 см. количество азота составило 36,9 мг/кг и в слое 30-60 см. 21,1 мг/кг. Минимальное количество нитратного азота было в варианте с посевом бобово-злаковых трав в соотношении 3:7 – 23,6 мг/кг в слое почвы 0-30 см. и 15,7 мг/кг в слое 30-60 см.

В отличие от накопления нитратного азота, количество которого определялось прежде всего деятельностью клубеньковых бактерий на корнях клевера красного, накопление подвижного фосфора и обменного калия зависело от количества скошенной массы в междурядьях сада.

Наименьшее содержание подвижного фосфора было в варианте с естественным задернением. В слое почвы 0-30 см. его количество составило 118 мг/кг, в слое 30-60 см. 89,7 мг/кг. Наличие бобово-злаковой растительности в междурядьях сада обеспечило большее накопление данного элемента в почве. В слое почвы 0-30 см. содержание подвижного фосфора в зависимости от соотношения бобово-злаковых трав было 127,4 – 142,6 мг/кг, в слое 30-60 см. 95,1-103,2 мг/кг. В варианте с соотношением клевера красного и тимофеевки луговой 3:7 отмечено наибольшее содержание фосфора. Как уже указывалось, количество накопленных элементов питания в почве, определяется прежде всего массой скошенной растительности. Немаловажное значение имеет тот факт, что минерализация биомассы бобово-злаковых трав осуществляется достаточно быстро. При этом происходит усиление ферментативной активности в почве и аккумуляция элементов питания. В указанном варианте было сформировано наибольшее количество надземной массы растений.

Залужение междурядий сада бобово-злаковой травосмесью способствовало также большому, относительно естественного задернения, накоплению в почве обменного калия. Содержание обменного калия в указанных вариантах было 134,8-156,1 мг/кг в слое 0-30 см. и 122,3-134,9 мг/кг в слое 30-60 см. Наибольшее содержание данного элемента было в варианте с соотношением бобово-злакового компонента 3:7. Содержание в почве калия в указанном варианте в среднем за три года составило в слое 0-30 см.-156,1 мг/кг и в слое 30-60 см.-134,9 мг/кг.

Нами изучался рост обрастающих корней яблони семенного происхождения. Обрастающие корни как по количеству, так и по суммарной длине являются основной частью корневой системы древесных растений. Они всасывают воду и минеральные вещества и совместно с листьями вырабатывают органические соединения, обеспечивающие ростовые процессы и создание урожая плодовых растений. Наиболее важное значение имеют следующие типы обрастающих корней:

- всасывающие, или активные, корни первичного строения, основная их функция - всасывание воды и минеральных веществ из почвы. Они отличаются высокой физиологической активностью, особенно в периоды массового роста корней.

- переходные корни первичного строения, служат хорошим показателем роста корневой системы.

- проводящие корни вторичного строения, светло- или темно-коричневого цвета, главная их функция - подача в растение воды и питательных веществ.

Повышенное содержание элементов питания в почве, находящейся под задернением бобово - злаковыми травами положительно повлияло на активизацию ростовых процессов корневой системы деревьев яблони в опыте (Табл.2).

В контрольном варианте (естественное задернение) количество всасывающих корней в слое почвы 0-30 см. составило 67 шт., а их длина 113 мм. В слое 30-60 см. всасывающих корней было меньше – 41 шт., а их длина – 70 мм. В вариантах с задернением бобово- злаковыми травами количество всасывающих корней было больше и составило в зависимости от ботанического соотношения компонентов от 74 до 107 шт. в слое почвы 0-30 см. и 44-56 шт. в слое 30-

60см. Длина всасывающих корней составила соответственно 125-181 мм и 75-95 мм. Наибольшее количество всасывающих корней было в варианте с посевом клевера красного 70% и тимофеевки луговой 30%.

**Таблица – 2 Ростовая активность корневой системы яблони под влиянием задернения междурядий бобово-злаковыми травами (2017-2019гг.)**

Варианты	Слой почвы, см.	Количество корней					
		Всасывающие		Переходные		Проводящие	
		шт.	мм.	шт.	мм.	шт.	мм.
Естественное задернение (контроль)	0-30	67	113	72	137	32	324
	30-60	41	70	37	73	26	312
Клевер красный50%+ Тимофеевка лугова50%	0-30	83	141	89	179	39	468
	30-60	48	82	43	86	28	336
Клевер красный50%+ Тимофеевка лугова50%	0-30	107	181	116	231	43	518
	30-60	56	95	64	127	30	358
Клевер красный50%+ Тимофеевка лугова50%	0-30	74	125	78	156	34	409
	30-60	44	75	39	77	28	334
НСР <sub>05</sub>	0-30	3,21	10,13	6,39	11,21	1,32	27,54
	30-60	2,17	6,71	3,04	6,83	1,14	21,16

Аналогичная закономерность отмечена и по количеству переходных корней. Наименьшее их количество, и соответственно длина были в контрольном варианте -72шт. и137мм в слое почвы 0-30см. и 37шт. и 73мм в слое 30-60см. В вариантах с посевом культурных трав количество переходных корней было больше на 8,3- 61,1% в слое 0-30см и на 5,4-70,1% в слое 30-60см. Максимальное количество переходных корней, также как и всасывающих, было в третьем варианте.

Проводящих корней было больше в вариантах с посевом бобово-злаковых трав – 34-43шт. в слое почвы 0-30см, против 32шт. в контрольном варианте. Длина корней также была больше на 9,3-38,5%, относительно контрольного варианта. Наибольшее количество проводящих корней выявлено в варианте с посевом клевера красного 70% и тимофеевки луговой 30%.

**Заключение.** Таким образом, наибольшая ростовая активность корней яблони наблюдалась в варианте с задернением травосмесью, состоящей из клевера красного и тимофеевки луговой в соотношении 7:3. Следовательно, можно сделать вывод, что ростовая активность корневой системы яблони в первую очередь зависит от обеспеченности почвы азотом. Поэтому введение в ботанический состав бобового компонента в виде клевера красного при задернении междурядий яблоневого сада позволит поддерживать высокую активность корневой системы деревьев в течение всего вегетационного периода без применения минеральных удобрений.

#### Библиография

1. Девятков А.С. Корневая система плодовых деревьев: Яблоня, груша, вишня, слива. Изд-во института пловодства НАН Беларусь, 2003.-254с.
2. Колесников В.А. Методика лабораторных и полевых занятий по изучению корневой системы плодовых и ягодных растений. – М.: Колос, 1960.- С.10-13.
3. Насталенко П.И. Характер формирования корневой системы деревьев яблони в зависимости от содержания почвы в орошаемом саду// Садоводство,1990.- №38.- С. 27-29.
4. Ревин Н.Ю., Гурин А.Г., Резвякова С.В. Азотный режим почвы при дерново- перегнойной системе содержания междурядий в яблоневом саду// Вестник аграрной науки, 2020.-№ 2(83).-С.29-35. DOI: 10.172381/issn2587-666x. 2020.2.29.
5. Придорогин М.В. Значение дерново-перегнойной системы содержания почвы в интенсивном яблоневом саду// Аграрный журнал, 2010.-№10.- С.39-42.
6. Попова В.П. Агроэкологические аспекты формирования продуктивных садовых экосистем.- Краснодар, 2005.- 242с.
7. Бузоверов А.В., Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г. Оптимизация почвенного плодородия яблони в неорошаемых садах// Научн. Тр. ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013.-Т.3.-С.65-70.
8. Рыкалин Ф.Н. Урожайность яблони в зависимости от режимов орошения при разных системах содержания почвы в саду// Известия Оренбургского ГАУ,2010.-№4.-С.45-48.

9. Ревин Н.Ю., Гурин А.Г., Резвякова С.В. Роль бобово-злаковых травосмесей в формировании детрита в почве и её водопроницаемость при задернении междурядий яблоневого сада// Плодоводство и виноградарство юга России, 2020.- №64(4).- С. 282-292.
10. Рыкалин Ф.Н. Влияние активности роста корней на урожайность яблони при разных системах содержания почвы в орошаемом саду// Известия Оренбургского ГАУ, 2011.-№2(30).-С. 12-15.
11. Придорогин М.В. Экологическая напряжённость, создаваемая в яблоневых садах паровой системой содержания почвы и способность избежать её// Вестник Мичуринского ГАУ, 2012.-№3.- С.111-119.
12. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.-М.: Изд-во стандартов, 1992.-6с.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв.- М.: Изд-во МГУ,1970.-427с.

#### References

1. Devyatov A. S. The root system of fruit trees: Apple, pear, cherry, plum. Publishing house of the Institute of fruit growing of the NAS of Belarus, 2003.-254с.
2. Kolesnikov V. A. Methods of laboratory and field studies to examine the root system of fruit and berry plants. – М.: Kolos, 1960.- P. 10-13.
3. Nesterenko P. I. the Nature of the formation of the root system of Apple trees depending on the content of soil in irrigated garden// Gardening,1990. - No. 38. - p. 27-29.
4. Revin N. Yu., Gurin A. G., Rezvyakova S. V. Nitrogen regime of the soil under the sod-humus system of row spacing maintenance in an apple orchard// Bulletin of Agrarian Science, 2020.-№ 2(83).-P. 29-35. DOI: 10.172381/issn2587-666x. 2020.2.29.
5. Pridorogin M. V. The significance of the sod-humus system of soil content in an intensive apple orchard/ / Agrarian Journal, 2010. - No. 10. - pp. 39-42.
6. Popova V. P. Agroecological aspects of the formation of productive garden ecosystems.- Krasnodar, 2005. - 242s.
7. Butlerov A. V., Doroshenko, T. N., Ryazanova, L. G. Optimization of soil fertility in non-irrigated Apple orchards// Scientific. Tr. GNU nerrih & V, 2013.-Vol. 3. -P. 65-70.
8. Rykalin F. N. Apple productivity depending on irrigation regimes under different systems of soil maintenance in the garden// Izvestiya Orenburgskogo GAU,2010. - no. 4. - p. 45-48.
9. Revin N. Yu., Gurin A. G., Rezvyakova S. V. The role of legume-grass mixtures in the formation of detritus in the soil and its water permeability during the blackening of the apple orchard row spacing// Fruit growing and viticulture in the South of Russia, 2020.- №64(4).- P. 282-292.
10. Rykalin F. N. Influence of root growth activity on apple yield under different systems of soil content in an irrigated garden// Izvestiya Orenburgskogo GAU, 2011.-№2(30).-P. 12-15.
11. Pridorogin M. V. Ecological tension created in apple orchards by the steam system of soil maintenance and the ability to avoid it// Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University, 2012. - No. 3. - pp. 111-119.
12. GOST 26204-91. Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Chirikov method in the modification of the TsINAО. - М.: Publishing House of standards, 1992. - 6s.
13. Arinushkina E. V. Manual for chemical analysis of soils. - М.: Publishing House of Moscow State University, 1970. - 427s.

#### Сведения об авторах

Гурин Александр Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Агроэкологии и охраны окружающей среды» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина 69, г. Орел, Российская Федерация, тел. +79202845165, E-mail: GURIN10159@yandex.ru

Ревин Николай Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедры «Агроэкологии и охраны окружающей среды» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина 69, г. Орел, Российская Федерация, тел. +79107480218, E-mail: aeoos@mail.ru

#### Information about the authors

Alexander Gurin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of "Agroecology and Environmental Protection", Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, 69 Generala Rodina str., Orel, Russian Federation, tel. +79202845165, E-mail: GURIN10159@yandex.ru

Revin Nikolay Yuryevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of "Agroecology and Environmental Protection", Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, 69 Generala Rodina str., Orel, Russian Federation, tel. +79107480218, E-mail: aeoos@mail.ru

УДК 635.6:631.811.98

*Н.М. Гончарова, Е.Д. Белокобыльская*

## ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЫКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ

**Аннотация.** В настоящее время существует множество различных веществ, которые оказывают регуляторное действие на рост и развитие растений. В последние годы применение биопрепаратов становится одним из важных элементов высокопроизводительных технологий в сельском хозяйстве. Их используют для повышения всхожести семян, урожайности и его качества, устойчивости растений к болезням и вредителям, в гибридном семеноводстве (у представителей семейства Тыквенные смещение пола растений в мужскую или женскую сторону), а также при выращивании высококачественного посадочного материала. Биопрепараты широко применяются на овощных культурах, таких как томат, перец, капуста, картофель, тыквенные культуры. Для наших исследований была выбрана тыква крупноплодная. Тыква неприхотливое растение. Это самая холодоустойчивая бахчевая культура. При правильном соблюдении агротехники и соответствующем уходе практически во всех регионах России дает стабильный урожай. В статье представлены результаты исследований влияния биопрепаратов «Силк» и «Эпин-экстра» на сортах тыквы крупноплодной Конфетка и Улыбка. Целью данных исследований было изучить влияние биопрепаратов на семенную продуктивность и урожайность тыквы крупноплодной. В результате проведенных опытов отметили динамику накопления хлорофилла в растениях тыквы до начала образования плодов. Обработка растений биопрепаратами способствовала сокращению периода вегетации на протяжении двух лет исследований. На вариантах опыта с обработкой наблюдалось увеличение количества плодов на одном растении, а также наметилась тенденция повышения урожайности плодов тыквы крупноплодной. Семенная продуктивность тыквы существенно увеличилась на опытных вариантах.

**Ключевые слова:** тыква крупноплодная, биопрепараты, семенная продуктивность, сорт Конфетка, сорт Улыбка, урожайность.

## THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE SEED PRODUCTIVITY OF LARGE-FRUITED PUMPKIN

**Annotation.** Currently, there are many different substances that have a regulatory effect on plant growth and development. In recent years, the use of biological products has become one of the important elements of high-performance technologies in agriculture. They are used to increase seed germination, yield and its quality, plant resistance to diseases and pests, in hybrid seed growing (in representatives of the Pumpkin family, the sex of plants is shifted to the male or female side), as well as when growing high-quality planting material. Biological products are widely used on vegetable crops such as tomato, pepper, cabbage, potatoes, pumpkin crops. Large-fruited pumpkin was chosen for our research. Pumpkin is an unpretentious plant. It is the most cold-resistant melon crop. With proper adherence to agricultural technology and appropriate care, it gives a stable harvest in almost all regions of Russia. The article presents the results of studies of the influence of biological products "Silk" and "Epin-extra" on large-fruited pumpkin varieties Sweetie and Smile. The purpose of these studies was to study the effect of biological products on seed productivity and yield of large-fruited pumpkin. As a result of the experiments, the dynamics of chlorophyll accumulation in pumpkin plants before the start of fruit formation was noted. Treatment of plants with biological products contributed to a reduction in the growing season over two years of research. In the variants of the experiment with treatment, an increase in the number of fruits on one plant was observed, as well as a tendency to increase the yield of large-fruited pumpkin fruits. Seed productivity of pumpkin increased significantly on the experimental variants.

**Key words:** large-fruited pumpkin, biological products, seed productivity, Sweetie variety, Smile variety, yield

**Введение.** Тыква – дар природы, который человек с незапамятных времен употребляет в пищу. Выращивают тыкву на всех континентах, ее употребляют в пищу в странах с разными культурами, традициями и обычаями, отсюда и великое множество блюд, которые можно приготовить из этого солнечного овоща. В нашей стране повсеместно распространена тыква крупноплодная, которую в полевой культуре возделывают в степной зоне, на Кавказе, на юге европейской части страны. Плоды продовольственной тыквы имеют разнообразную величину, форму и окраску кожуры и мякоти. Форма плода может быть овальной или округлой, мякоть имеет медово-желтый или ярко оранжевый цвет. Вкусовые качества плода различны и часто зависят от сорта, это может быть как ярко выраженный сладкий вкус, так и сладковатый с оттенком травяной свежести. Ценятся плоды тыквы не только за свой вкус, это настоящая аптека в миниатюре [2]. Из всех тыквенных культур она выделяется богатым содержанием витаминов,

а по наличию каротина и тиамина, тыква значительно превосходит все овощные и многие плодово-ягодные культуры. Сахара в основном представлены полисахаридами, чем и объясняется ее польза в диетическом питании [3].

В тыкве съедобна не только мякоть, большую ценность представляют и семена тыквы. Их употребляют в пищу или применяют в качестве приправ, из них получают косметическое масло. Семена тыквы содержат жирные масла, глицериды линоленовой, олеиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот, смолистые вещества, органические кислоты, различные макро- и микроэлементы, из них в наибольшем количестве содержатся магний, цинк, железо, которые обладают антиоксидантными свойствами, участвуют в росте и развитии человека, выработке мужских и женских гормонов, кроветворении, повышают иммунитет, вырабатывают энергию, нормализуют обмен кальция и фосфора, углеводный и жировой обмен, улучшают зрение. [13]

В медицинской практике семена тыквы применяют как мочегонное и противоглистное средство. Выращивание тыквы с целью получения не только питательной мякоти, но и очень полезных семян в настоящее время актуально. В условиях неблагоприятной экологии, где люди контактируют с тяжелыми, в т.ч. радиоактивными металлами, а также различными токсическими веществами, значительно возросла необходимость в недорогих экологических продуктах бахчеводства с высоким содержанием пектиновых веществ, каротина, пищевых волокон [9], а получение экологически чистой продукции бахчеводства, в настоящее время, не возможно без применения биопрепаратов [12].

Биопрепараты обладают рядом положительных свойств. Наиболее значимые из них:

- безвредны для человека, теплокровных животных, рыб, насекомых-опылителей, энтомофагов;
- не ядовиты для растений;
- не изменяют вкусовых качеств урожая;
- не накапливают в окружающей среде и продуктах урожая токсические вещества;
- не приводят к привыканию;
- их можно применять в любую фазу вегетации растений [4-5, 10-11].

**Целью** данных исследований было изучить влияние биопрепаратов на семенную продуктивность и урожайность тыквы крупноплодной в ООО «Ивушка» Яковлевского района Белгородской области.

**В задачу** исследований входило: изучить особенности прохождения фенологических фаз роста и развития растений; оценить влияние обработки биопрепаратами на содержание фотосинтетических пигментов в растениях тыквы, провести биометрические измерения растений, плодов и семян; оценить урожайность плодов и их семенную продуктивность

Объектами исследований в опыте были: сорта тыквы крупноплодной Конфетка и Улыбка, биопрепараты: «Силк» и «Эпин-экстра».

Тыква сорта *Конфетка* - оригинатор: ГНУ ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. Включен в Госреестр по Центральному (3) и Центрально-Черноземному (5) регионам. Вид крупноплодная. Столового назначения. Среднеспелый. Растение плетистое. Лист крупный, зеленый. Плод округлый, сегментированный, шероховатый, массой 1,2-1,8 кг (до 3 кг). Одновременно формирует на одном растении 4-6 плодов. Окраска коры темно-красная с рисунком в виде зеленых пятен. Мякоть красно-оранжевая, средней толщины, хрустящая, плотная, сочная. Вкус хороший. В плодах содержится: сухого вещества 16,2-17,6%, общего сахара 4,2-6,5%, каротина 10,3-10,9 мг на 100 г сырого вещества (Липецкая обл.). Семена эллиптические, мелкие, беловатые, гладкие, с кожурой. Масса 1000 семян 230 г. Урожайность товарных плодов в Центральном регионе 121-480 ц/га, у стандартов Кустовая оранжевая и Лечебная - 362-840 ц/га, в Центрально-Черноземном регионе - 160-303 ц/га, у стандарта Мичуринская - 212-352 ц/га.

Тыква сорта *Улыбка* - оригинатор: ГНУ ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. Вид крупноплодная. Сорт рекомендован для садово-огородных участков, приусадебных и фермерских хозяйств. Сорт холодостойкий, засухоустойчивый, транспортабельный. Растения кустовой формы, образуют до 6 коротких побегов. Лист светло-зеленый с желтой мозаикой, почковидный. Тыквины выравненные, среднего размера, шаровидной формы, слегка приплюс-

нутые. Кора средней толщины, мякоть ярко-оранжевая, малосочная с дынным ароматом. Семенное гнездо небольшое, ярко-оранжевое. Семена овальной формы, белые, гладкие с кожурой, масса 1000 семян 230-240 г. Сорт раннего срока созревания, период от полных всходов до уборки урожая 85 дней. Урожайность – 2,8-3,0 кг/м<sup>2</sup>.

Для обработки растений мы использовали следующие препараты:

СИЛК, к.э. – природный фунгицид и стимулятор роста, основа – терпеновые кислоты, 50 г/л. Силк способствует повышению жизнестойкости растений в экстремальных условиях (засуха, заморозки), сокращению заболеваемости растений фитофторозом, ложной мучнистой росой, бурой ржавчиной, корневой гнилью, вилтом, черной бактериальной пятнистостью и т.д. Силк применяют на овощах и картофеле. (норма расхода препарата 15-50 мл/га).

ЭПИН-ЭКСТРА - Адаптоген широкого спектра действия, обладает сильным антистрессовым эффектом. Используется в течение всего периода роста и развития растений, начиная с замачивания семян и заканчивая сбором урожая. Применяется на всех культурах: овощных, плодово-ягодных и цветочно-декоративных.

Исследования по изучению влияния биопрепаратов на повышение урожайности и семенной продуктивности тыквы крупноплодной проводили в 2018-2019 годах на площади 0,5 га в производственных посевах в ООО «Ивушка» Яковлевского района Белгородской области на примере сортов Конфетка и Улыбка по схеме:

1. Вода – контроль;
2. Эпин-экстра– 1 мл/5л,
3. Силк – 0,5 мл/6 л.

Опрыскивание растений тыквы проводили в фазу 2-3 настоящих листа и цветение, расход рабочего раствора 4 л/100 м<sup>2</sup>;

**Материалы и методика.** Размер учетной делянки 40 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Учеты и наблюдения в опытах проводили согласно Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [1] и методике полевого опыта в овощеводстве [8], а также согласно Методике полевого опыта [6]. Тыкву в ООО «Ивушка» Яковлевского района высевали элитными семенами в 2018-2019 годах. Предшественник – картофель. Подготовка почвы состояла в дисковании, вспашке ПЛН-3-35 на глубину 22-25 см. Весной проводили боронование и предпосевную культивацию. Внесение удобрений производилось под предпосевную обработку почвы. Применялись минеральные удобрения в рекомендуемой дозе - N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Перед посевом семена тыквы прогревали на солнце в течение 5 дней, этот прием способствует повышению энергии прорастания, а также более раннему формированию женских цветков. Тыкву высевали в первой декаде мая овощной сеялкой при температуре почвы на глубине 10 см более 12 °С. Норма высева тыквы крупноплодной зависит от крупности семян и составляет от 2 до 5 кг/га. Норма высева в хозяйстве составила 4 кг/га по схеме 140х70 см. Глубина заделки семян - 5 см. Первое рыхление междурядий проводили после появления всходов на глубину 12 – 14 см. Было проведено две междурядных обработки.

**Результаты исследований.** В результате проведения фенологических наблюдений за было установлено, что массовое появление всходов было отмечено как в 2018, так и в 2019 году на 9-10 сутки после посева по сортам Улыбка и Конфетка соответственно.

На растениях тыквы появились мужские цветки на 35 сутки в 2018 году и на 31-32 сутки в 2019 году у сорта Улыбка и на 39 и 33 сутки, соответственно у сорта Конфетка. Из-за быстрого накопления эффективных температур более раннее цветение как у сорта Конфетка, так и у сорта Улыбка было отмечено в 2019 году.

Цветение женских цветков отмечали на 2-4 дня позже, чем цветение мужских цветков как в 2018, так и в 2019 годах. Образование плодов отмечали на 4-5 сутки после начала цветения женских цветков, как по сортам, так и по годам. Число дней от всходов до созревания плодов в среднем за два года по сорту Улыбка составило 88 дней, по сорту Конфетка 97 дней.

В литературе имеется не очень много исследований по изучению влияния биопрепаратов на бахчевые культуры. Поэтому изучение действия этих препаратов на урожайность и тем более на семенную продуктивность тыквы является важным и актуальным.



В опыте было отмечено положительное влияние биопрепаратов «Силк» и «Эпин-экстра» на состояние фотосинтетического аппарата растений. Под действием изучаемых препаратов наблюдалась активация ростовых процессов, как у сорта Улыбка, так и у сорта Конфетка. В первую очередь это отразилось на формировании ассимиляционного аппарата растений. Пигментный комплекс выполняет самую важную для растительного организма функцию поглощения лучистой энергии солнца, которая идет на образование органического вещества. К числу основных фотосинтезирующих пигментов зеленых растений относят хлорофиллы и каротиноиды. Их содержание зависит от жизнедеятельности организма, его генетической природы. Поэтому оно может быть использовано как физиологический показатель, характеризующий онтогенетические, возрастные и генетические особенности растительного организма. Количество пигментов очень чутко отражает и реакцию растительного организма на условия произрастания. Значительна роль хлорофилла и в метаболических процессах, связанных с морозоустойчивостью, холодостойкостью и устойчивостью к засухе [14].

В таблице 1 представлена динамика накопления хлорофилла в листьях тыквы по фазам вегетации на примере сорта Конфетка.

**Таблица 1- Влияние обработки биопрепаратами на динамику накопления хлорофилла «а» и «в», в листьях тыквы сорта Конфетка по фазам, мг/дм<sup>2</sup>**

Фаза развития	Контроль			Силк			Эпин-экстра		
	2018	2019	Ср.	2018	2019	Ср.	2018	2019	Ср.
2-3 настоящих листа	2,34	3,0	2,67	2,34	3,0	2,67	2,34	3,0	2,67
5-6 листьев	3,36	3,72	3,54	3,39	4,1	3,75	4,15	4,9	4,53
Цветение	4,65	5,0	4,83	5,02	5,28	5,15	5,16	7,34	6,25
Плодообразование	6,18	5,64	5,91	7,11	5,72	6,42	6,94	6,18	6,56
Начало созревания плодов	3,7	3,2	3,45	6,55	5,35	5,95	6,13	6,24	6,18
НСР <sub>05</sub>	0,94	1,2	0,91	2,3	1,37	1,28	0,96	0,69	0,83

Как видно из приведенных данных обработка растений биопрепаратами способствовала увеличению хлорофилла в листьях. На контрольном варианте наблюдали динамику накопления хлорофилла до начала образования плодов, в фазе начало созревания плодов количество зеленых пигментов достоверно снижалось.

У растений, обработанных биопрепаратами высокое содержание хлорофилла сохранялось и в фазе созревания плодов (рис.1). На рисунке 1 видно, что во время созревания плодов окраска листьев ярко зеленая и без признаков заболевания, на контрольных участках в это время уже отмечалось пожелтение листового аппарата.

Аналогичная динамика накопления хлорофилла в листьях была отмечена нами и по сорту Улыбка.



**Рис. 1 - Фаза образования-созревания плодов тыквы сорта Конфетка**

Обработка растений тыквы биопрепаратами оказала влияние и на изменчивость показателей урожайности (табл. 2).

**Таблица 2 - Изменчивость показателей урожайности тыквы в зависимости от обработки биопрепаратами, среднее за 2018-2019 гг.**

Вариант опыта	Показатели				
	Масса 1 плода, кг	Число плодов, штук на одном растении	Урожайность плодов, т/га	Выход семян из плода, %	Урожайность семян, кг/га
Сорт Улыбка					
Контроль	0,8	5,4	32,4	1,1	356,4
Силк	0,92	5,8	41,2	1,3	535,6
Эпин-экстра	0,85	5,7	38,2	1,2	458,4
НСР <sub>05</sub>	0,76	0,84	10,1	-	58
Сорт Конфетка					
Контроль	2,2	3,2	50,7	0,94	476,5
Силк	2,4	3,8	58,5	1,1	643,5
Эпин-экстра	2,4	3,5	51,1	1,1	562,1
НСР <sub>05</sub>	0,89	1,1	12,2	-	44,4

Как видно из приведенных данных, обработка биопрепаратами не оказала существенного влияния на массу одного плода растений тыквы, в среднем за годы исследования, как у сорта Конфетка, так и у сорта Улыбка. На опытных вариантах наметилась тенденция к увеличению числа плодов на одном растении, как по сорту Улыбка, так и по сорту Конфетка. Для сорта Улыбка характерно формирование на одном растении большого количества плодов, их количество на одном растении может достигать до 10, а иногда и до 15 штук, при этом масса одного плода незначительна и редко достигает более 1 кг. В наших исследованиях наибольшее количество плодов было сформировано у сорта Улыбка по варианту опыта, где растения обрабатывались препаратом «Силк» - 5,8 штук на одном растении. На этом же варианте опыта была получена и максимальная масса одного плода – 0,92 кг. Обработка растений тыквы препаратом «Силк» способствовала повышению урожайности тыквы на 8,8 и 7,8 т/га у сортов Улыбка и Конфетка, соответственно, однако в данном случае мы можем говорить только о тенденции к увеличению урожайности по данному варианту.

Обработка биопрепаратами положительно повлияла на семенную продуктивность растений. Процент выхода семян с одного плода на обработанных вариантах выше, что в конечном счете, отразилось на урожайности семян тыквы с одного гектара. На опытных вариантах как у сорта Улыбка, так и у сорта Конфетка отмечено существенное увеличение урожайности семян. У сорта Улыбка от применения препаратов «Силк» и «Эпин-экстра» урожайность семян увеличилась на 179,2 и 102 кг/га, а у сорта Конфетка на 167 и 85,6 кг/га, соответственно.

Созревают плоды у тыквы неравномерно. Первые плоды дают более качественные семена, по посевным и продуктивным показателям. Плоды тыквы на семенных участках убирали в полной зрелости. Признаками созревания плодов являются: опробковение плодоножки, затвердение коры плода и появление характерной для сорта окраски, частичное подсыхание побегов и листьев. После съема плоды тыквы необходимо дозаривать 10-20 дней. Запаздывать с уборкой плодов, а также допускать перезревание плодов при дозаривании не следует, так как при этом снижаются посевные качества семян, и может отмечаться прорастание семян в плодах.

Перед выделением семян собранные плоды тыквы еще раз просматривали и удаляли нетипичные для сорта и заболелые. Плоды дозаривали в течение 10-15 дней при температуре не ниже 12 °С. Продолжительность дозаривания определяли степенью зрелости плодов и семян при уборке. Семена из тыквы выделяли вручную. Выделенные из плодов семена промывали вручную на решетках без сбрасывания. Затем семена сушили. Вначале уборки это делали на открытом воздухе на специальных сушильных рамах. Семена рассыпали на рамах слоем не более 5 см. Позже при ненастной погоде семена сушили под навесом, используя калорифер. Окончательно семена кабачка просушивали в сушилках, доводя влажность их до кондиционной - 9%. Семена бахчевых культур отличаются высокой гигроскопичностью, поэтому после искусственной сушки охлаждать их на открытом воздухе нельзя. Делали это в

сухом помещении. Очистку сухих семян и сортирование по плотности проводили на «Петкус-Гигант» и затаривали в мешочки по 5 кг. Так же мы решили определить оказывает ли влияние обработка растений биопрепаратами на последующее качество семенного материала. Изменчивость посевных качеств семян тыквы крупноплодной представлена в таблице 3.

**Таблица 3 - Изменчивость посевных качеств семян тыквы в зависимости от обработки биопрепаратами, среднее за 2018-2019 гг.**

Фаза развития	Контроль		Силк		Эпин-экстра	
	Улыбка	Конфетка	Улыбка	Конфетка	Улыбка	Конфетка
Масса 1000 семян, г	236	248	253	265	251	269
Энергия прорастания, %	95	96	96	96	96	97
Всхожесть, %	98	98	98	99	98	99

Как видно из приведенных данных, на энергию прорастания и всхожесть семян растений тыквы, обработка биопрепаратами влияния не оказала. Было отмечено увеличение массы 1000 семян на 15 г и 17 г от применения препаратов «Эпин-экстра» и «Силк», соответственно, у сорта Улыбка. На 17 г и 21 г увеличилась масса 1000 семян у сорта Конфетка от применения препаратов «Силк» и «Эпин-экстра», соответственно, в среднем за два года.

**Заключение.** Проведенные исследования доказали эффективность использования биопрепаратов при выращивании тыквы крупноплодной. При обработке вегетирующих растений препаратом «Силк» наметилась тенденция к увеличению урожайности плодов тыквы, как у сорта Улыбка, так и у сорта Конфетка. Наиболее эффективным оказалось использование препарата «Силк», это может быть связано с тем, что данный препарат состоит из природных органических соединений, которые ускоряют протекание процесса фотосинтеза, воздействуют на обмен веществ, что приводит к усилению роста растений.

Семенная продуктивность тыквы существенно увеличилась по всем изучаемым сортам и на всех опытных вариантах. Также было отмечено увеличение массы 1000 семян под действием обработок.

Этот опыт можно использовать при выращивании тыквенных культур на семенные цели. Как известно отечественный рынок испытывает потребность в высококачественных семенах овощных культур, а качество семенного материала в свою очередь определяет эффективность производства овощей. [7]

#### Библиография

1. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] / В.Ф. Белик.- М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
2. Бородина Н.Н. Тыква-культура богарного земледелия, ее полезность и лечебное значение в народной медицине [Текст] / Н.Н. Бородина, Л.П. Андриевская // Научно-агрономический журнал. – 2014. - №2 (95). – С.45-48.
3. Гончаров А.В. Содержание каротина в плодах тыквы в условиях Московской области [Текст] / А.В.Гончаров // Картофель и овощи. -2012. - №7. – с.31.
4. Грязева В.И. Влияние регуляторов роста на продуктивность тыквы столовой сорта Зимняя сладкая [Текст] / В.И. Грязева // Нива Поволжья. -2016.-№3(40). – с.13.
5. Грязева В.И. Роль стимуляторов роста в формировании урожая тыквы столовой [Текст] / Научное обеспечение развития АПК России: сборник статей IV всероссийской научно-практической конференции // МНИЦ ПГСХА.- Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – с.9-12,
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов.-М.: Агропромиздат, 1985.-416 с.
7. Коцарева Н.В. Семеноводство кабачка сорта Якорь в условиях Белгородской области [Текст] / Н.В. Коцарева, Н.М. Гончарова, Н.Ю. Гончаров // Овощи России. – 2013. - № 2 (19). – С. 47-49.
8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] /С.С. Литвинов. – М.: Россельхозакадемия, 2011,-600 с.
9. Мельник Н. Отличительные особенности культивированных видов тыквы для использования в лечебно – профилактических целях [Текст]/ Н.Мельник // Овощеводство. – 2012. - № 8. – С.22-24.
10. Перегудов С.В. Оценка действия препаратов Эпин экстра и Циркон на рост и продуктивность моркови [Текст] / С.В. Перегудов, Л.А. Таланова, А.В. Перегудова // Овощеводство и тепличное хозяйство.- 2014.- №4.- с.25-26.
11. Петриченко В.Н. Влияние регуляторов роста на качество плодов столовой тыквы в южных регионах России [Текст] / В.Н. Петриченко, А.С. Колобов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2012. -№2(26).- с.14-16.

12. Ростоцкий А. Биопрепараты против вредителей и болезней. Биологический метод - залог получения качественной продукции [Текст] / А. Ростоцкий // Овощеводство. – 2012. - № 6. – С.64-65.
13. Скорина В.В. Семенная продуктивность различных видов тыквы в условиях Московской области [Текст] / В.В. Скорина, А.В. Гончаров, Г.А. Старых, В.Ф. Пивоваров // Овощи России. - 2016-№1(30)- с. 40-43.
14. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений [Текст] / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; Под ред. Н.Н. Третьякова. – 2-е изд. – Москва: КолосС, 2013. – 656 с.

#### References

1. Belik V.F. Methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing [Text] / V.F. Belik. - М.: Agropromizdat, 1992. - 319 p.
2. Borodina N.N. Pumpkin-culture of rainfed agriculture, its usefulness and therapeutic value in folk medicine [Text] / N.N. Borodina, L.P. Andrievskaya // Scientific and agronomic journal. - 2014. - No. 2 (95). - S. 45-48.
3. Goncharov A.V. The content of carotene in pumpkin fruits in the conditions of the Moscow region [Text] / A.V. Goncharov // Potatoes and vegetables. -2012. - No. 7. - p.31.
4. Gryazeva V.I. The influence of growth regulators on the productivity of table pumpkin variety Winter sweet [Text] / V.I. Gryazev // Niva of the Volga region. -2016.-№3 (40). - p. 13.
5. Gryazeva V.I. The role of growth stimulants in the formation of a canteen pumpkin harvest [Text] / Scientific support for the development of the agro-industrial complex of Russia: a collection of articles of the IV All-Russian scientific and practical conference // MNITs PGSKhA - Penza: RIO PGSKhA, 2014. - p.9-12,
6. Dospekhov B.A. Field experiment technique [Text] / B.A. Dospekhov.-М.: Agropromizdat, 1985.-416 p.
7. Kotsareva N.V. Seed growing of the Yakor variety marrow in the Belgorod region [Text] / N.V. Kotsareva, N.M. Goncharova, N.Yu. Goncharov // Vegetables of Russia. - 2013. - No. 2 (19). - S. 47-49.
8. Litvinov S.S. The method of field experience in vegetable growing [Text] / C.C. Litvinov. - М.: Rosselkhozakademiya, 2011, -600 p.
9. Melnik N. Distinctive features of cultivated types of pumpkin for use in therapeutic and prophylactic purposes [Text] / N. Melnik // Vegetable growing. - 2012. - No. 8. - P.22-24.
10. Peregudov S.V. Evaluation of the effect of drugs Epin extra and Zircon on the growth and productivity of carrots [Text] / S.V. Peregudov, L.A. Talanova, A.V. Peregudova // Vegetable growing and greenhouse economy. - 2014. - No. 4. - p. 25-26.
11. Petrichenko V.N. The influence of growth regulators on the quality of table pumpkin fruits in the southern regions of Russia [Text] / V.N. Petrichenko, A.S. Kolobov // Bulletin of the Nizhnevolzhsk agro-university complex. - 2012. -№2 (26) .- p. 14-16.
12. Rostotsky A. Biological products against pests and diseases. The biological method is the key to obtaining high-quality products [Text] / A. Rostotsky // Vegetable growing. - 2012. - No. 6. - P.64-65.
13. Skorina V.V. Seed productivity of various types of pumpkin in the conditions of the Moscow region [Text] / V.V. Skorina, A.V. Goncharov, G.A. Starykh, V.F. Brewers // Vegetables of Russia. - 2016-№1 (30) - p. 40-43.
14. Tretyakov, N.N. Physiology and biochemistry of agricultural plants [Text] / N.N. Tretyakov, E.I. Koshkin, N.M. Makrushin and others; Ed. N.N. Tretyakov. - 2nd ed. - Moscow: KolosS, 2013. -- 656 p.

#### Сведения об авторах

Гончарова Наталья Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, +79192829591, nikol.gon4arov2013@yandex.ru

Белокобыльская Елена Дмитриевна, преподаватель кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, +79202006238, elena.belokobylskaja@gmail.com

#### Information about the authors

Goncharova Natalya Mikhailovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod GAU, st. Vavilova, 1, item Maysky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, +79192829591, nikol.gon4arov2013@yandex.ru

Belokobylskaya Elena Dmitrievna, lecturer of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, item Mayskiy, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, +79202006238, elena.belokobylskaja@gmail.com

УДК 631.4:631/635+631.6 (531"7")

*Е.В. Ковалёва, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин, О.С. Кузьмина*

## ВЛИЯНИЕ РАСПАШКИ НА ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ ЛУГОВО-СТЕПНОГО УЧАСТКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В РАЗНЫЕ СРОКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

**Аннотация.** Исследования влияния распашки в разные сроки сельскохозяйственного использования на плотность почв проводились в Белгородской области на ключевом участке, соответствующий лугово-степному зональному ландшафту лесостепи. Полевое исследование почв на выбранных ключевых участках включало следующие виды работ: закладка почвенных разрезов, описание строения почвенных профилей, фотографирование передних стенок почвенных разрезов, определение плотности почвы с помощью стальных колец; отбор почвенных образцов на лабораторные анализы. Почвенные образцы для анализов отбирались в пределах 2-х метрового профиля почв через каждые 10 см до глубины 40 см и через каждые 20 см от глубины 40 см до 200 см. Каждая проба почвы представляла собой смешанную массу почвы, которая отбиралась в нескольких местах разреза на аналогичной глубине. В результате полевых исследований было изучено 32 разреза на лугово-степном участке (6 разрезов на фоновых катенах и по 12 разрезов на распашиваемых катенах). Каждый разрез был обеспечен послойными значениями морфометрических показателей почвенных горизонтов. Наиболее существенная трансформация морфологических признаков почв наблюдалась в нижней, наиболее увлажненной части склонов, в пределах которой более интенсивными темпами происходила эволюционная трансформация серых лесных почв в черноземы. Повышенная плотность наблюдалась в почвах средних звеньев катен инсолируемых склонов. Формирование первого максимума плотности в почвах было обнаружено на глубине 30-40 см, что связано с явлением «подпашной подошвы» – области подпахотной части профиля, на которую сказывается давление перемещающихся по поверхности почвы сельскохозяйственной техники. Данный максимум плотности обнаружен и на фоновом участке; несмотря на отсутствие распашки.

**Ключевые слова:** пахотные земли, серые лесные почвы, чернозёмы, динамика изменения, земледельческое освоение

## IMPACT OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL FOREST STEPPE SOILS THROUGH KATENAS ROLLED

**Abstract.** Studies of the influence of plowing in different terms of agricultural use on soil density were carried out in the Belgorod region on a key site corresponding to the meadow-steppe zone landscape of the forest-steppe. Field study of soils at selected key sites included the following types of work: laying soil sections, describing the structure of soil profiles, photographing the front walls of soil sections, determining soil density using steel rings; collection of soil samples for laboratory analyses. Soil samples for analyses were taken within a 2-meter soil profile every 10 cm to a depth of 40 cm and every 20 cm from a depth of 40 cm to 200 cm. Each soil sample was a mixed soil mass, which was taken at several incision points at a similar depth. As a result of field studies, 32 incisions were studied in the meadow-steppe section (6 incisions on background catenas and 12 incisions on open catenas). Each incision was provided with layered values of morphometric indicators of soil horizons. The most significant transformation of the morphological features of soils was observed in the lower, most humidified part of the slopes, within which the evolutionary transformation of gray forest soils into chernozems took place at a more intense pace. Increased density was observed in the soils of the middle links of the catenas of insulated slopes. The formation of the first maximum density in soils was found at a depth of 30-40 cm, which is associated with the phenomenon of "subplow sole" - the area of the underground part of the profile, which is affected by the pressure of agricultural equipment moving on the soil surface. This maximum density is also detected in the background; despite the lack of plowing.

**Keywords:** arable land, gray forest soils, chernozems, dynamics of change, agricultural development

**Введение.** Для лесостепной зоны традиционно выделяют два способа обработки почв – отвальный и безотвальный (плоскорезный) виды вспашки. Структурно-агрегатный состав черноземов при длительной вспашке претерпевает значительные качественные и количественные изменения. Длительная механическая обработка черноземных почв приводит к морфологической деградации макроагрегатов, снижает стабильность порового пространства в период от вспашки до момента восстановления равновесной плотности. Коэффициент структурности черноземов при длительной распашке снижается более чем в 2 раза. Диапазон изменений плотности почв в период от распашки до уборки культур на пашне достигает 12,0-13,7 % от средней плотности черноземов (Медведев, 1979).

Отвальная вспашка сильно изменяет структурное состояние пахотного слоя почвы, причем, чем больше глубина вспашки, тем на большую глубину происходит разрушение водопрочных почвенных агрегатов. Оптимальной считается отвальная вспашка на глубину 30 см (Усенко, 1969).

Использование отвальной вспашки в качестве основной обработки на лесостепных черноземах приводит к распылению и истиранию пористой агрономически ценной зернистой структуры и способствует переуплотнению пахотного и подпахотных слоев. Поверхностная обработка и ее преимущественное использование в комбинированных системах с основной обработкой способствует накоплению пластических деформаций до глубины 35 см от проходов машинно-тракторных агрегатов, и в результате ухудшаются агрофизические и физико-механические свойства этого слоя почвы. Считают, что для лесостепных черноземов наиболее приемлемой является комбинированная разноглубинная система обработки с преимущественным использованием вспашки под наиболее требовательные к физическим условиям почвы сельскохозяйственные культуры в научно продуманной ротации севооборота, которая позволяет успешно бороться с переуплотнением пахотного слоя (Шептухов, 1987).

Многими исследованиями показано, что при распашке в гумусе черноземов наиболее интенсивно минерализуется первая фракция гумусовых кислот. Чем больше доля этой фракции в составе органического вещества, тем больше потери его при земледельческом использовании. По мере уменьшения доли лабильной фракции происходит возрастание инертности гумуса, и снижаются темпы его потерь вплоть до достижения динамического равновесия между поступлением новообразующихся гумусовых веществ и деструкцией гумуса (Семихненко, 1976).

Известные нам литературные сведения о влиянии плоскорезной обработки на гумусовое состояние черноземов в целом не противоречат друг другу и свидетельствуют о позитивном влиянии данного вида обработки на свойства лесостепных почв. Так, по результатам исследования И.И. Лебедевой (1974), 11-летнее применение плоскорезной обработки способствовало увеличению содержания гумуса на 0,35 % абсолютного содержания в верхнем слое черноземов. Л.И. Акентьева (1986) указывает, что после 5-летнего применения данной обработки содержание гумуса возрастает на 0,85 % абсолютного содержания. Плоскорезная обработка стимулирует гумификацию в горизонте 0-10 см, а на глубине 10-20 см под слоем плоскорезной обработки наблюдается снижение содержания гумуса. Плоскорезная обработка повышает биогенность микроорганизмов в 1,6 раза (Акентьева, 1986). При водной эрозии на полях локализация органических веществ, сохранение и накопление гумуса в верхнем слое почвы, обрабатываемой плоскорезом, имеют важное почвоохранное значение, причем, как показали наблюдения, интенсивность эрозии уменьшается в 1,5-3 раза по сравнению с ее проявлением при отвальной вспашке (Гниненко, 1982; Никифорова, 1990).

Влияние традиционных способов обработки (отвальная вспашка) на лесостепные серые лесные пахотные почвы аналогично влиянию механической обработки на черноземные почвы.

Изучение физических свойств серых лесостепных почв на разных угодьях показало следующее. На участке под молодой залежью, где почва до момента перехода в залежное состояние длительное время распаивалась, отмечалась деградация структурного состояния, которая проявилась в формировании большой массы глыбистых агрегатов, в уменьшении порозности и увеличении плотности; под старой посадкой из лиственницы, возникшей на месте пашни, содержание глыбистой фракции по профилю было высоким, однако насаждения из лиственницы способствовали формированию в почвах агрономически ценной структуры (Хакимов и др., 2005).

Изучение динамики показателей структуры серой лесной почвы, подвергшейся уплотнению ходовыми системами тракторов, показали, что в структурном составе почвы увеличилось содержание глыбистой фракции (агрегаты размером более 10 мм). В верхней части пахотного слоя при 4-кратных проходах тракторов Т-150К и К-701 доля глыбистой фракции возрастает более чем в 2 раза, достигая 70-80 %. Влияние уплотнения на структурный состав почвы прослеживается до глубины 30 см. Максимальная глыбистость отмечается в нижней части пахотного слоя, где она достигает 80-90 %. Под действием давления ходовых систем тракторов под-

вергается изменению и водоустойчивость структуры (содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм). Так, в опыте с кукурузой содержание в серых лесных почвах водопрочных агрегатов составляет 13-15 %, на почвах, уплотнённых 4-кратными проходами тракторов, – 20-36 %; в опыте с ячменём водоустойчивость структуры при уплотнении серых лесных почв возрастает до 50-65 %, причём водоустойчивость при 4-кратных проходах тракторов на 10-12 % выше, чем при 2-кратных. Увеличение водопрочности структурных отдельностей обусловлено снижением капиллярной пористости в агрегатах в результате уплотнения почвы во влажном состоянии (почву уплотняли весной после весеннего боронования). Ухудшение свойств серых лесных почв при уплотнении приводит к снижению урожая зерновых и пропашных культур не только в год уплотнения, но и в последующие годы (Уткаева, 1987).

При распашке серых лесных почв наиболее значительным изменениям подвергается фракция легкоразлагаемого органического вещества (Артемьева, Травникова, 2006). Запасы этой фракции в слое 20 см уменьшается в 3,5 раза (с 6,8 до 1,9 т/га), а её доля в составе общего углерода уменьшается в 4 раза (с 12 % до 3 %). Одновременно происходит уменьшение содержания устойчивых микроагрегатов (с 12,5 до 7,8 т/га). Основными процессами, определяющими состояние органического вещества поверхностных горизонтов серых лесных пахотных почв, является полная минерализация легкоразлагаемой части органических остатков лесных почв (Артемьева, Травникова, 2006).

Воздействия на почвенный покров изучаемой территории резко возросли с внедрением в 1930-х гг. механизированной техники для обработки почвы. Начался этап внедрения более сложных севооборотов. Возросло давление сельскохозяйственной техники на почвы, особенно после того, как в 1960-х гг. началось насыщение севооборотов паропропашными культурами, результатом чего явилось не только повышение урожайности технических культур (подсолнечника, технической и сахарной свеклы), но и усиление деградации почв: увеличение мощности пахотных горизонтов, повышение плотности пахотных почв, интенсификация истощения в почвах резерва гумуса. Как показали расчеты Ю.Г. Чендева и А.Н. Геннадиева (Чендев, Геннадиев, 1993), именно в период индустриализации сельского хозяйства, несмотря на проводимые агролесомелиоративные мероприятия (высадка противоэрозионных и полезащитных лесополос), в Белгородской области возросла интенсивность оврагообразования (в 2,5 раза по отношению к средним темпам за всю историю оврагообразования в регионе).

**Материалы и методы исследования.** Для выбора участка нам понадобились материалы Российского государственного архива древних актов (РГАДА, г. Москва), на основании которых был установлен возраст земледельческой обработки почв, изучаемых катен на лугово-степном ключевом участке исследований. Возраст молодой пашни составлял 140 лет, а старой пашни – 240 лет.

Полевое исследование почв на выбранных ключевых участках предполагало следующие виды работ: закладка почвенных разрезов, описание строения почвенных профилей, фотографирование передних стенок почвенных разрезов, определение плотности почвы с помощью стальных колец; отбор почвенных образцов на лабораторные анализы. Почвенные образцы для анализов отбирались в пределах 2-х метрового профиля почв через каждые 10 см до глубины 40 см и через каждые 20 см от глубины 40 см до 200 см. Каждая проба почвы представляла собой смешанную массу почвы, которая отбиралась в нескольких местах разреза на аналогичной глубине. Описание почвенных профилей проводилось в соответствии с традиционной методикой описания почвенных разрезов (Классификация..., 1977). В каждой точке на известной глубине с помощью стальных колец известного объема в трехкратной повторности отбиралась проба, затем определялась средняя плотность (объемная масса).

В результате полевых исследований было изучено 32 разреза на лугово-степном участке (6 разрезов на фоновых катенах и по 12 разрезов на распашиваемых катенах). Каждый разрез был обеспечен послойными значениями морфометрических показателей почвенных горизонтов и глубины залегания карбонатов. Методы лабораторного анализа почв включали определение плотности сложения (объемной массы), гранулометрического состава (включая содержание

илистой фракции) по методу Качинского, общего гумуса по Тюрину, содержания CO<sub>2</sub> карбонатов по Тюрину в модификации Симакова. В общей сложности были проанализированы 321 образец участка «Курасовка». Все вышеперечисленные анализы для каждой пробы выполнялись в двукратной повторности во избежание ошибок определения показателей.

Исследуемый ключевой участок под названием «Курасовка», соответствующий лугово-степному ландшафту лесостепи, расположен на пашнях юго-восточнее поселка Курасовка Иванянского района, а фоновые участки – в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский того же района Белгородской области.

Поиск участков на территории лугово-степного ландшафта лесостепи представлял собой выявление сочетаний пахотных почв склонов южной и северной экспозиции с наиболее характерными для юга Центральной России параметрами склонов.

В выявленных для исследования катенах средняя длина склонов составляла 500-550 м. Они являются выпуклыми по своей форме и имеют крутизну от 0-2° на вершине до 4-6° в нижней части. На каждой из четырех распахиваемых катен (по две полярных экспозиций на недавно освоенном (140 лет распашки) и на старопахотном (более 230 лет распашки) угодьях), было заложено по 6 почвенных разрезов. Все точки заложения этих разрезов на каждой катене выбирались с тем условием, что у них будут позиционные аналоги на противоположном склоне и на склонах катен другого возраста распашки (рисунок 1).

Поиск фоновых катен сопровождался определенными трудностями в силу значительной освоенности территории и обнаружить нетронутые распашкой, а также другими видами хозяйственной деятельности участки почвенного покрова было непросто. Тем не менее, такие катены были выявлены в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский. Были найдены участки, максимально схожие по морфометрическим и морфологическим признакам пахотных аналогам.

На двух фоновых катенах северной и южной экспозиций были заложены по 3 разреза, верхний из которых соответствовал абсолютно ровному водоразделу (близкий аналог местоположений разрезов 1 и 2 на пашнях), средний разрез соответствовал позициям разрезов 3 и 4 на пашнях, а самый нижний разрез – местоположению разрезов 5 и 6 в нижних частях изучаемых склонов на пашнях. Расстояние между изучаемыми профилями почв фоновых катен составило 180-200 м. Ограниченность точек исследования фоновых катен определялась погодными условиями периода их исследования, не позволившими детально (путем заложения 6 почвенных разрезов на каждой фоновой катене) их изучить.

**Результаты и обсуждения.** На участке «Курасовка» обнаруживается изменение основных морфологических свойств почв и топогенных почвенных сопряжений при длительной распашке. В верхних частях горизонтов распашка привела к смене верхней части гумусового горизонта на горизонт Апах. Горизонт А1 по ряду признаков обладает сходными характеристиками как на фоновых участках, так и на возделываемых. Изменяется только структура почвы: на 140-летней пашне она из комковато-зернистой целинного состояния трансформировалась в зернисто-комковатую, а на более зрелой пашне зернистость оказалась еще менее выраженной при росте доли комковатых отдельностей. Однако, это лишь самые общие наблюдения, т.к. при более детальном анализе свойств почв по позиционным аналогам расположения в топогенных сопряжениях на фоновых участках и на пашнях разного возраста выявляются более существенные отличия. Рассмотрим более детально признаки почв, идентифицированные в точках, изученных катен на пашнях. Начнем с рассмотрения почв катен южной экспозиции.



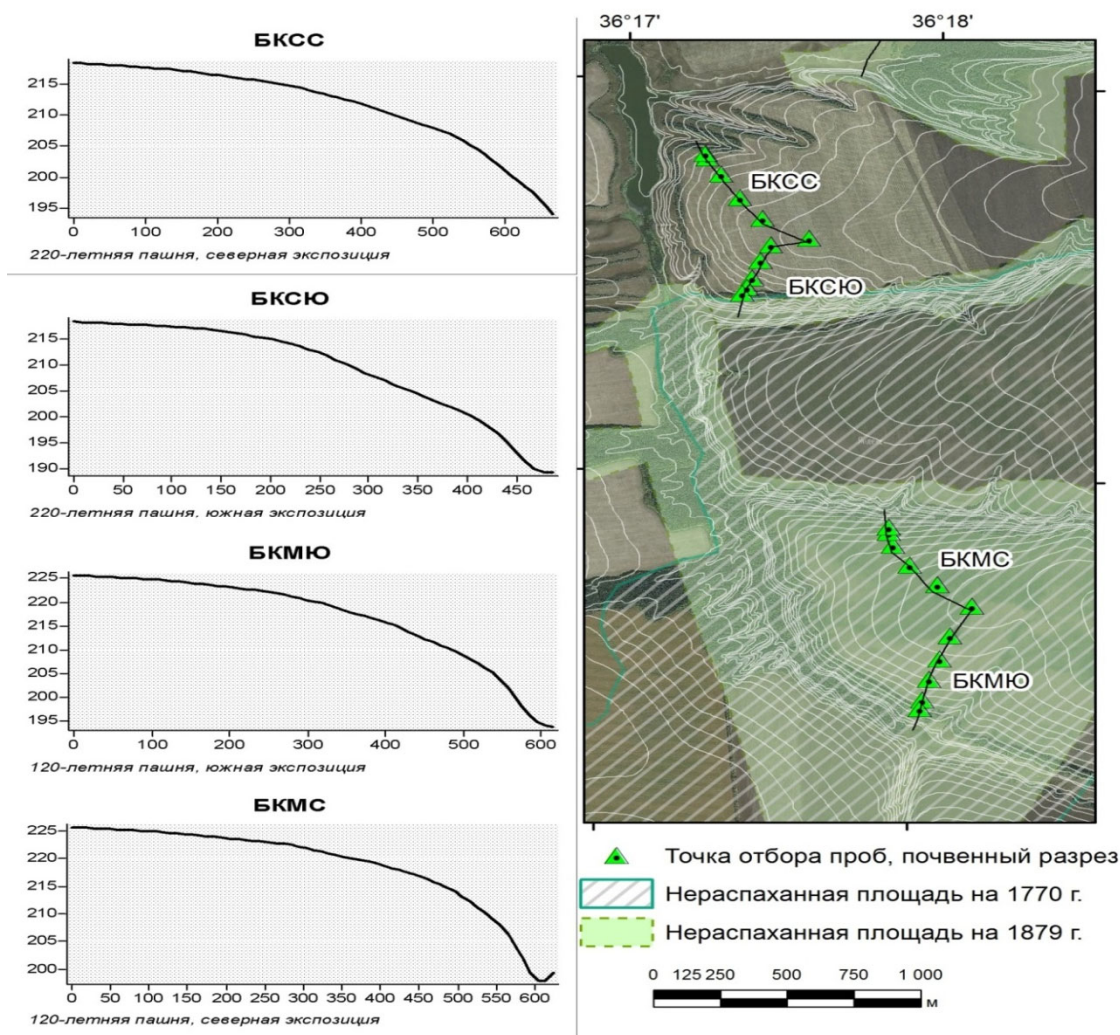


Рис. 1 – Профили катен, на которых проводились полевые исследования и космоснимок, наложенный на топографическую основу территории исследования (участок «Курасовка»)

На водоразделе гумусовый горизонт А1 обладает весьма сходными характеристиками как в нераспаханных, так и освоенных разностях почв. Несколько изменяется структура: в фоновой почве и в почве пашни 140-летнего возраста она зернисто-комковатая, на более зрелых пашнях проявляется угловатость, порошистость, меньше выражена зернистость. Переходный горизонт А1В в почвах всех участков обладает сходными характеристиками: цвет буровато-тёмно-серый, структура комковато-ореховатая с призматичностью; по граням агрегатов прослеживается слабая глинистая плёнка. Здесь же появляются в значительном количестве слепышины с заполнением из нижележащих горизонтов (серо-бурые, бурые); их количество в почвах пашни 140-летнего возраста больше, чем в почвах фоновой катены. Нижележащие горизонты почв более дифференцированы. Так, переходный горизонт ВА1 был идентифицирован в почвах только фоновых и старопахотных участков. Данный горизонт диагностируется по структуре – ореховато-призматической, но с комковатостью, а также по преобладанию серых тонов окраски на общем цветовом фоне горизонта. В пашне молодого возраста за переходным горизонтом А1В сразу следует иллювиально-карбонатный горизонт Всa.

Анализ профилей почв на водораздельных участках позволяет сделать следующий вывод о влиянии распашки на морфологическое строение почв. Нами было выявлено, что под влиянием сельскохозяйственного освоения происходит увеличение мощности гумусового горизонта почв на пашне 140-летнего возраста в сравнении с фоновыми нераспаханными участками на 10-15 см. При более длительном освоении мощность снижается приблизительно до фонового уровня (50 см).

Несколько пониженными значениями отличается мощность гумусового горизонта в фоновой, нераспаханной почве на склоне северной экспозиции (42 см) относительно почвы на склоне южной экспозиции (53 см), что может быть обусловлено влиянием инсолируемой экспозиции склона (при более дружном снеготаянии весной и вероятностью более интенсивного протекания здесь поверхностного смыва почв).

Сходная ситуация выявлена по нижней границе переходного горизонта А1В: пахотные почвы отличаются большими глубинами, в сравнении с фоновыми. При этом в почвах 140-летней пашни глубина залегания данного горизонта больше, чем на 240-летней пашне.

Иная тенденция выявляется при сравнении разрезов по нижней границе гумусового профиля. Гумусовый профиль включает несколько горизонтов – А1, А1В и ВА1 – морфологические свойства которых сохраняют признаки процессов гумусонакопления (тёмно-серый цвет, наличие комковатости в характере структуры, слабоуплотнённое сложение). Как правило, нижний предел гумусового профиля приходится на границу переходного горизонта ВА1 при его наличии, а при его отсутствии – на нижнюю границу переходного горизонта А1В. Глубина его нижней границы максимальна в фоновом разрезе – 92,7 см; в пашнях разного возраста нижняя граница гумусового профиля близка между собой и составляет 85,2 см, 83,1 см и 86,7 см соответственно для 140 и 240 лет земледельческого освоения почв.

Выявленные закономерности, вероятнее всего, обусловлены процессами наращивания мощности гумусового горизонта, обусловленными распространением гумуса и сопутствующих свойств гумусового горизонта на большую глубину. Это может быть связано с ростом подвижности гумусовых веществ в распахиваемых почвах за счёт увеличения их растворимости, что в итоге приводит к передвижению вниз по профилю гумусированных илистых и пылеватых частиц.

Из морфологических свойств почв, изученных катен необходимо более подробнее остановится на плотности сложения.

Характеристика плотности изученных почв ненарушенного склона колеблется в пределах от 1 до 1.6 г/см<sup>3</sup>. Изменение плотности почв по глубине часто не равномерно: выявляется два минимума и два максимума (рис. 2). Данный тип распределения встречается в большинстве изученных разрезов.

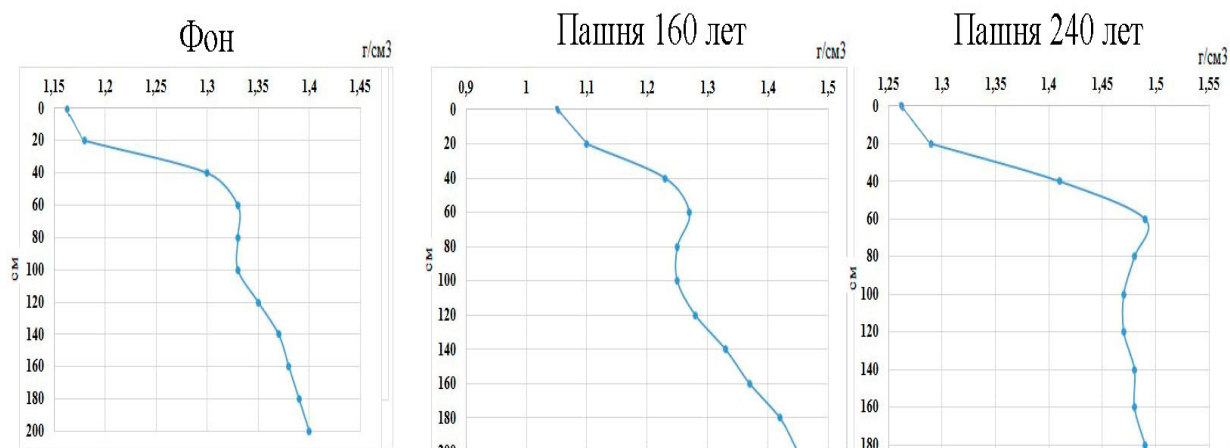


Рис. 2 – Вертикальное распределение плотности в почвах на участке «Курасовка» (для примера взят средний разрез на трех катенах северной экспозиции)

Рыхлое состояние поверхностных горизонтов на пашнях может быть связано с их ежегодной распашкой, а на катенах фоновых участках с разрыхлением корнями растений и почвенной мезофауной. Формирование первого максимума плотности в пахотных почвах на глубине 30-40 см связано с явлением «подплужной подошвы» – области подпахотной части профиля, на которую сказывается давление перемещающихся по поверхности почвы объектов (сельскохозяйственных животных или техники). Отметим, что данный максимум плотности обнаружен и

на фоновом участке; несмотря на отсутствие распашки, здесь в прошлом, вероятно, уплотняющее влияние оказывали другие факторы такие, как выпас животных.

Во внутрикатенарных колебаниях плотности почв выделяется ряд общих тенденций, характерных для всех изученных катен. В целом, с увеличением крутизны склона от верхних катенарных позиций к нижним наблюдается увеличение плотности почв в гумусовых и переходных горизонтах. При этом максимальные значения наблюдаются в нижних звеньях катен, приуроченных к участкам выполаживания склона перед напашью, повышенные значения плотности здесь наблюдаются в верхних горизонтах (точки 5 и 6). Вероятно, уплотнению здесь на склонах северных экспозиций способствует ухудшение структуры, возникшее из-за признаков слитизации в гумусовых горизонтах изученных почв. Данные признаки были обнаружены при морфологическом описании почвенных профилей в виде упакованной глыбистой структуры, в отличие от комковатой, характерной для почв более верхних склоновых позиций. Слитизация возможна из-за привноса в нижние звенья катен с почвенными растворами катионов Mg, наличие которого в почвенном поглощающем комплексе приводит к разрушению структуры и формированию глыбистости.

Также, повышенная плотность наблюдается в почвах средних звеньев катен инсолируемых склонов. Предположительно, она обусловлена проявлением эрозионных процессов, благодаря которым происходит приближение к поверхности более плотных слоев почвообразующей породы.

**Заключение.** В результате земледельческого освоения пахотных земель формирование первого максимума плотности в почвах было обнаружено на глубине 30-40 см, что связано с явлением «подплужной подошвы» – области подпахотной части профиля, на которую оказывается давление перемещающихся по поверхности почвы объектов (сельскохозяйственных животных или техники). Отметим, что данный максимум плотности обнаружен и на фоновом участке; несмотря на отсутствие распашки, здесь в прошлом, вероятно, уплотняющее влияние оказывали другие факторы такие, как выпас животных.

#### Библиография

1. Акентьева Л.И. 1986. Изменение гумусообразования в черноземах при длительном применении плоскорезной обработки // Почвоведение. №2. С.69 – 74.
2. Артемьева З.С., Травникова Л.С. 2006. Изменение характеристик органического вещества и глинистых минералов серых лесных почв в процессе агропедогенеза // Почвоведение. №1. С. 96-107.
3. Гниненко Н.В. 1982 Изменение структуры чернозема обыкновенного при плоскорезной обработке // Почвоведение. №3. С. 58 – 65.
4. Лебедева И.И. 1974. Природные условия черноземной зоны // Черноземы СССР. М.: Колос, Т. 1. С. 64 – 84.
5. Медведев В.В. 1979 Некоторые изменения физических свойств черноземов при обработке // Почвоведение. №1. С. 79 – 87.
6. Никифорова Л.И. 1990. Влияние способов обработки на плодородие плоскорезной обработки // Почвоведение. №4. С. 148 – 153.
7. Семихненко П.Г. 1977. Влияние основной обработки на структуру и сложение пахотного слоя выщелоченного чернозема // Почвоведение. №8. С.93 – 99.
8. Усенко Ю.И. 1969. Изменение некоторых элементов плодородия в черноземах в зависимости от характера основной обработки // Почвоведение. №11. С.78 -85.
9. Уткаева В.Ф. 1987. Восстановление структуры серых лесных почв сельскохозяйственного использования // Почвоведение. №8. С.127-133.
10. Хакимов В.И., Волокитин М.П., Сыроижко Н.П. 2005. Изменение свойств серых лесных почв под насаждениями лиственницы // Почвоведение. №6. С. 653 – 663.
11. Шептухов В.Н. 1987. Влияние обработки на структуры выщелоченного чернозема // Почвоведение. № 5. С. 53 – 60.
12. Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н. 1993. Этапы и тренды техногенной трансформации почвенного покрова Центральной лесостепи (Белгородская область) // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. № 2. С. 29-37.

#### Bibliography

1. Akentyeva L.I. 1986. Change in humus formation in chernozems with long-term use of flat-cut treatment // Soil science. №2. P. 69 – 74.
2. Artemyeva Z.S., Travnikova L.S. 2006. Change in characteristics of organic matter and clay minerals of gray forest soils in the process of agropedogenesis // Soil science. №1. P. 96-107.

3. Gninenko N.V. 1982 Change in the structure of ordinary chernozem during flat cutting // Soil science. №3. P. 58 – 65.
4. Lebedeva I.I. 1974. Natural conditions of the chernozem zone // Chernozem of the USSR. М.: Kolos, Т. 1. P. 64 – 84.
5. Medvedev V.V. 1979 Some changes in the physical properties of chernozems during processing // Soil science. №1. P. 79 – 87.
6. Nikiforenko L.I. 1990. Influence of treatment methods on fertility of flat-cut treatment // Soil science. №4. P. 148 – 153.
7. Semikhnenko P.G. 1977. Influence of main treatment on structure and addition of arable layer of leached chernozem // Soil science. №8. P. 93 – 99.
8. Usenko Yu.I. 1969. Change of some fertility elements in chernozems depending on the nature of the main treatment // Soil science. №11. P. 78 - 85.
9. Utkaeva V.F. 1987. Restoration of the structure of gray forest soils for agricultural use // Soil science. №8. P. 127-133.
10. Khakimov V.I., Volokitin M.P., Syroizhko N.P. 2005. Changing the properties of gray forest soils under larch plantations//Soil science. №6. P. 653 – 663.
11. Sheptukhov V.N. 1987. Effect of treatment on leached chernozem structures // Soil science. № 5. P. 53 – 60.
12. Chendev Yu.G., Gennadiyev A.N. 1993. Stages and trends of technogenic transformation of the soil cover of the Central forest-steppe (Belgorod region) // Vestn. Mosk. un-ta. Series 5. Geography. № 2. P. 29-37.

#### Сведения об авторах

Ковалёва Елена Владимировна, кандидат географических наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-96, e-mail: ele-serikova@yandex.ru

Вагурин Иван Юрьевич, преподавателя-исследователя кафедры природопользования и земельного кадастра НИУ «БелГУ», г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородская область, Россия, 308015, тел. +79606305399, e-mail: mister.smasher@yandex.ru

Акинчин Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, декан агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-33-63, e-mail: akinchin.a@yandex.ru

Кузьмина Ольга Сергеевна, преподаватель кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-96, e-mail: osk9592@mail.ru

#### Information about authors

Kovalyova Elena Vladimirovna, candidate of geographical sciences, dozent of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, FSBOU VO Belgorod GAU, st. Vavilova, d.1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. + 74722 39-23-96, e-mail: ele-serikova@yandex.ru

Vagurin Ivan Yuryevich, lecturer-researcher of the Department of Nature Management and Land Cadastre of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Pobeda St., 85, Belgorod Region, Russia, 308015, tel. +79606305399, e-mail: mister.smasher@yandex.ru

Akinchin Alexander Vladimirovich, candidate of agricultural sciences, dozent of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, dean of agronomical faculty, FSBOU VO Belgorod GAU, Vavilov St., 1, item. May, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, ph. +74722 39-33-63, e-mail: akinchin.a@yandex.ru

Kuzmina Olga Sergeevna, teacher of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, FSBOU VO Belgorod GAU, st. Vavilova, d.1, Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, tel. + 74722 39-23-96, e-mail: osk9592@mail.ru

УДК 631.432:631.8:633.34

*Е.Г. Котлярова, В.Г. Грицина*

## ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА В ПОСЕВАХ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОЧЕТАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Аннотация.** Цель исследования – изучение влияния компоста соломопoметного (20 т/га), аммиачной селитры (30 кг/га N) и микроудобрения Азосол 36 Экстра (2 раза по 2 л/га) на водный режим в посевах сортов сои в юго-западной части Центрального Черноземья. Установлено, что в период сева внесение компоста способствовало увеличению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы, достоверно (на 9,3 мм/га) – в варианте отдельного его применения. В период уборки доля влияния сорта на запасы влаги составила 9,1%, и существенно ниже они были в посевах среднеспелого сорта Белгородская 48. Удобрения сохранили свое влияние от посева (29,3%) до уборки (26,1%). Значимая разница по данному показателю в период уборки отмечена между вариантом применения компоста, где содержание влаги в почве было наибольшим 54,9 мм/га, и вариантами применения аммиачной селитры в двух- и трехкомпонентных удобрениях, где запасы продуктивной влаги за период роста и развития культуры снижались на 90-97 мм/га. Сортные посеы не отличались по суммарному водопотреблению: 2258-2261 м<sup>3</sup>/га. Однако удобрения приводили к увеличению расхода влаги посевами сорта Белгородская 48 (на 2-15 м<sup>3</sup>/га), тогда как на раннеспелом сорте Ланцетная влияние удобрений неоднозначно: внесение компоста с аммиачной селитрой в двух- и трехкомпонентном удобрении приводило к увеличению показателя на 9-10 м<sup>3</sup>/га, а применение только аммиачной селитры – к его снижению на 8 м<sup>3</sup>/га. В целом удобрения повышали эффективность водопотребления посевами сои на 8-18%. В большей степени коэффициент водопотребления снижался при применении органического удобрения, особенно при насыщении уровня удобренности, достигая минимума в варианте трехкомпонентного удобрения – 750 м<sup>3</sup>/т в среднем. Растения среднеспелого сорта Белгородская 48 более экономно (на 24 м<sup>3</sup>/т) расходовали влагу на формирование урожая семян.

**Ключевые слова:** соя, сорт, органические и минеральные удобрения, запасы влаги, водопотребление, водный режим.

## WATER REGIME INDICATORS IN SOYBEAN CROPS DEPENDING ON THE COMBINATION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS

**Abstract.** The aim of the research was to study the effect of straw-litter compost (20 t/ha), ammonium nitrate (30 kg/ha N) and microfertilizer Azosol 36 Extra (2 x 2 l/ha) on the water regime in soybean crops in the southwestern part of the Central Chernozem region. It was found that the introduction of compost contributed increasing the productive moisture reserves of the soil meter layer during the sowing period, significantly (by 9.3 mm/ha) - in the variant of its separate application. During the harvesting period, the share of the variety's influence on moisture reserves was 9.1%, and they were significantly lower in the crops of the medium-ripening variety Belgorod 48. Fertilizers retained their influence from sowing (29.3%) to harvesting (26.1%). A significant difference in this indicator during the harvesting period was noted between the option of only compost using, where the moisture content in the soil was the highest 54.9 mm/ha, and the using ammonium nitrate in two- and three-component fertilizers, where the productive moisture reserves during the crop growth and development period decreased by 90-97 mm/ha. Varietal crops did not differ in the total water consumption: 2258-2261 m<sup>3</sup>/ha. However, fertilizer led to an increase in the moisture consumption of crops Belgorodskaya 48 (on 2-15 m<sup>3</sup>/ha). While influence of fertilizers on the crops of early-ripening variety Lancet was ambiguous: applying compost with ammonium nitrate in the two – and three-component fertilizer led to the increase by 9-10 m<sup>3</sup>/ha, but the use of only ammonium nitrate – drop by 8 m<sup>3</sup>/ha. In general, fertilizers increased the water consumption efficiency of soybean crops by 8-18%. Largely, the water consumption coefficient decreased with the use of organic fertilizer, especially with the saturation of the fertilizer level, reaching a minimum in the three-component fertilizer option - 750 m<sup>3</sup>/t on average. Plants of the medium-ripening variety Belgorodskaya 48 more economically (by 24 m<sup>3</sup>/t) spent moisture for the seed yield formation.

**Key words:** soybean, variety, organic and mineral fertilizers, moisture reserves, water consumption, water regime.

**Введение.** Стремительный рост производства сои в мире, и стране обусловлен тем, что культура является источником белка, гораздо более дешёвого, чем животный; большого спроса в странах исторического ее потребления; высокой доходности и востребованности многочисленными отраслями промышленности. Производство сои в мире с 1987 года возросло на 350% и достигло почти 400 млн. т (2018 г.) [1]. Соя занимает преобладающую долю общего объема производства масличных культур – 61% [2].

В Белгородской области производство сои весьма перспективно благодаря быстро развивающейся отрасли животноводства. По данным Росстата Белгородская область лидирующая

в стране и по производству семян сои (2-3 место) и их урожайности – 24 ц/га. В течение последнего десятилетия площади посевов сои возросли в 5 раз, достигнув 267 тысяч гектаров. В результате в структуре посевных площадей увеличилась доля хороших предшественников и накопление в почве биологического азота – до 40 кг/га [3].

По оценкам Г.С. Куста с соавторами [4] неблагоприятные почвенные условия обуславливают недобор урожая сои на 53,7%. Потери вследствие совокупного влияния недостатка влаги и доступных элементов питания составляет от 13 до 39%. Такая взаимосвязь оправдана, поскольку растения потребляют питательные вещества из почвенного раствора.

В регионах неустойчивого увлажнения важнейшей задачей земледелия является накопление и сохранение влаги в почве. Это актуально при возделывании сои, которая культурную форму сформировала в районах муссонного климата с обильными осадками в течение вегетационного периода, что обусловило довольно высокую требовательность к условиям увлажнения [5]. Замечено, что наиболее благоприятные условия для реализации продукционного потенциала сои создаются, когда в течение трехлетних месяцев выпадает не менее 300 мм осадков [6, 7]. Однако во многих исследованиях указывалось на повышение засушливости климата в основных сосеющих регионах России [7-9]. Установлено, что одним из главных лимитирующих факторов при формировании урожая сои является недостаток влаги в почве вследствие негарантированных осадков в критические для роста и развития сои периоды, с одной стороны, и снижения плодородия почвы, ее гумусированности, структурности, а, значит, влагоемкости и влагообеспеченности посевов, с другой стороны.

В США, где более благоприятные климатические условия, считается, что направление селекции сои на засухоустойчивость сортов предпочтительнее, чем повышение их продукционного потенциала, который из-за недостатка влаги реализуется в незначительной степени [10]. Это подтверждают исследования, проведенные в условиях Центрального Черноземья И.И. Кузнецовым и А.В. Амелиным [11], которые установили, что, генетический потенциал сортов сои Белгородской селекции, в том числе изучаемых в нашем опыте, достигает 8,8 т/га. Однако даже при благоприятных погодных условиях продукционный потенциал едва ли реализуется наполовину.

Расширение ареала возделывания сои в южные регионы с неустойчивой, а часто и недостаточной обеспеченностью влагой требует выведения засухоустойчивых и скороспелых сортов, с одной стороны, и, с другой стороны, разработки агроприемов, способствующих улучшению водного режима в посевах сои.

В качестве преимуществ скороспелых сортов называются такие их особенности как меньшая чувствительность к фотопериодизму, экономное использование воды и удобрений, кроме того, они являются хорошими предшественниками, в том числе и для озимой пшеницы [6]. Период уборки позднеспелых сортов часто характеризуется пасмурной дождливой погодой, что приводит к снижению качества и количества урожая, ухудшению условий подготовки почвы под посевы следующей культуры [11]. В то же время многими исследователями отмечается более высокая продуктивность позднеспелых сортов [12, 13]. По наблюдениям других авторов в последние годы скороспелые сорта не только не уступают, но и превосходят среднеспелые сорта по урожайности [12].

Система удобрения является одним из наиболее эффективных регуляторов продукционного процесса, поскольку определяет уровень обеспеченности растений элементами питания и воспроизводство потенциального плодородия, в том числе агрофизических свойств, во многом обуславливающих уровень влагообеспеченности растений.

Значение органических удобрений на основе птичьего помета для плодородия почвы не вызывает сомнений [14-16]. Существуют также, хоть и немногочисленные, подтверждения положительного влияния таких удобрений и на продуктивность сои [17-19]. Кроме того, рациональное применение соломопометного компоста может быть экономической альтернативой постоянно дорожающим минеральным удобрениям. Во многих экспериментах показано положительное влияние макро-, микроудобрений и их сочетаний на продуктивность сои. Однако уста-

новлено, что в засушливых условиях некорневые подкормки могут ингибировать продукционный процесс, что приводит к уменьшению урожая [20]. Предпосевное внесение аммиачной селитры обусловлено значением для развития растений сои и запуска азотфиксации «стартового» удобрения, установленного в некоторых исследованиях [21, 22, 23].

Характерные особенности органических, минеральных и микроэлементных удобрений могли бы успешно дополнять друг друга, оптимизируя водный режим и продукционный процесс сортов сои разных групп спелости. Опытов по сравнительному изучению таких видов удобрений, и их различных сочетаний под сою нами не установлено. Цель исследования – изучение показателей водного режима в посевах сои сортов разных групп спелости в зависимости от сочетания органических и минеральных удобрений.

**Материалы и методы.** Район исследований расположен в южной лесостепи Центрального Черноземья, характеризуется умеренно-континентальным климатом со среднегодовой температурой 6,2°С, суммой среднесуточных температур выше 10°С около 2900°С, среднегодовой суммой осадков 475 мм. Годовой гидротермический коэффициент около 1 и указывает на то, что район неустойчивого увлажнения. Вероятность влажных лет 25-40%, полусушливых и засушливых 30-50%.

Полевые исследования проводились на базе УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского ГАУ им. В.Я. Горина в 2014-2016 гг. в зерновом севообороте: соя – озимая пшеница – гречиха – просо. Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 5.1%; рНсол. = 6.0; содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) соответственно 125-167 и 128-133 мг/кг почвы.

Двухфакторный опыт по схеме 2 x 8. Фактор А (сорт): Ланцетная (раннеспелый) и Белгородская 48 (среднеспелый). Оригинатором сортов сои является Белгородский ГАУ. Фактор В (удобрение): 1. Контроль – без применения удобрений; 2. Компост соломопометный (далее компост); 3. Компост + Аммиачная селитра (Naa); 4. Компост + Naa + Азосол; 5. Компост + Азосол; 6. Naa + Азосол; 7. Naa; 8. Азосол. Компост (20 т/га) вносили осенью под основную обработку дисковой бороной БДТ-5,4 на глубину 10-12 см. Аммиачную селитру в дозе 30 кг д.в./га вносили весной под предпосевную культивацию. Обработка микроудобрением Азосол 36 Экстра в дозе 2 л/га проводилась 2 раза по вегетации в фазы третьего тройчатого листа и бутонизации. Общая площадь делянок составляла 37 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 25 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, размещение делянок систематическое методом организованных повторений. Уход за посевами включал: первая химическая обработка в фазу образования первого тройчатого листа препаратами: Квикстеп 0,8 л/га + Хармони 6 г/га + Тренд 90 + Вантекс 60 мл/га; вторая химическая обработка проводилась в фазу 3-4 тройчатого листа препаратом Фюзилат Форте 1 л/га.

Критический для сои период активного наращивания листостебельной массы и начала цветения это в Белгородской области конец июня и начало июля. В 2014 и 2015 годах гидротермические условия этого времени года были более благоприятными для культуры – в условиях комфортной для растений сои температуры воздуха, количество осадков было на уровне или ненамного выше многолетней нормы. В 2016 году в этот период наблюдалась жаркая погода с существенным недостатком влаги, что отразилось на уровне урожайности.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office Excel.

**Результаты и обсуждение.** Юго-западная часть Центрально-Черноземного региона России расположена в зоне неустойчивого увлажнения, поэтому наличие влаги в почве здесь является одним из основных лимитирующих факторов формирования урожая. В связи с этим ценность агроприема должна определяться с учетом его влияния на накопление влаги в почве из выпадающих осадков и талых вод, и рационального ее использования.

В среднем разница по запасам продуктивной влаги в период посева не зависела от сортовой принадлежности сои и была в пределах ошибки опыта, тогда как фактор удобрения оказал влияние на данный показатель. Минимальными запасы продуктивной влаги в почве были в контрольном варианте (без удобрений) и в вариантах применения минеральных удобрений и изме-

нялись в пределах от 132,7 до 135,3 мм/га) (табл. 1). Внесение компоста приводило к увеличению содержания влаги в почве – выше 138,5 мм/га. Однако статистически значимым превышение отмечалось только при самостоятельном внесении компоста (без минеральных удобрений) – на 9,3 мм/га по сравнению с контролем.

**Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы под посевами сортов сои в зависимости от уровня удобрения, мм/га (2014-2016 гг.)**

Удобрение (фактор В)	Сорт (фактор А)				Среднее по фактору В	
	Ланцетная		Белгородская 48			
	Посев	Уборка	Посев	Уборка	Посев	Уборка
Контроль б/у	132,7	46,7	134,5	50,1	133,6	48,4
Компост	143,4	58,1	142,4	51,7	142,9	54,9
Компост + Наа	140,3	44,1	136,6	45,3	138,5	44,7
Компост + Наа + Азосол	140,3	45,4	136,9	37,9	138,6	41,7
Компост + Азосол	141,2	53,9	135,8	49,6	138,5	51,8
Наа + Азосол	135	51,3	135,5	40,1	135,3	45,7
Наа	132,1	54	133,3	45,7	132,7	49,9
Азосол	136,4	50,3	133,7	46,4	135,1	48,4
Среднее по фактору А	137,7	50,5	136,1	45,9	-	-
НСР <sub>05</sub> А	$F_{факт} < F_{теор}$	3,92			-	-
НСР <sub>05</sub> В	-	-			5,58	7,84
НСР <sub>05</sub> АВ	$F_{факт} < F_{теор}$	$F_{факт} < F_{теор}$	-	-	-	-
НСР для частн. различий	7,73	10,87			-	-

Следует отметить, что влияние удобрений, а именно внесение компоста, на запасы продуктивной влаги в весенний период сравнимо с влиянием погодных условий, доля которых составила соответственно 29,3 и 31,5% (рис. 1). Это подчеркивает положительное значение органических удобрений в накоплении и сохранении влаги осенне-зимнего периода.

К уборке культуры произошло заметное снижение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы – в среднем на 89 мм/га. Достоверно ниже на 4,60 мм/га (НСР<sub>05</sub>=3,92 мм/га) они были в среднем по сорту Белгородская 48. Доля влияния сортовых различий на изменчивость содержания влаги в почве в данный период составила 9,1% (рис. 2). Существенным на 5% уровне значимости в этот период было и влияние удобрений, которые сохранили его к уборке на высоком уровне – 26,1%.

Наибольшее содержание продуктивной влаги, также, как и в период посева культуры, отмечалось в варианте применения компоста – 54,9 мм/га. Несколько ниже (51,8 мм/га) в варианте совместного применения компоста и внекорневой подкормки Азосол. По сравнению с этими вариантами достоверно меньше на 10,1-13,2 мм/га продуктивной влаги содержалось в почве при применении трехкомпонентного удобрения. Значимая разница наблюдается также между вариантами внесения компоста и применения аммиачной селитры в сочетании с компостом или Азосолом – 9,2-10,2 мм/га.

В целом при применении аммиачной селитры в двух- и трехкомпонентных удобрениях уменьшение запасов продуктивной влаги в период роста и развития культуры было наибольшим от 90 до 97 мм/га. Можно предположить, что при применении аммиачной селитры в сочетании с органическим удобрением и подкормкой на формирование урожая сои требуется большее количество влаги.



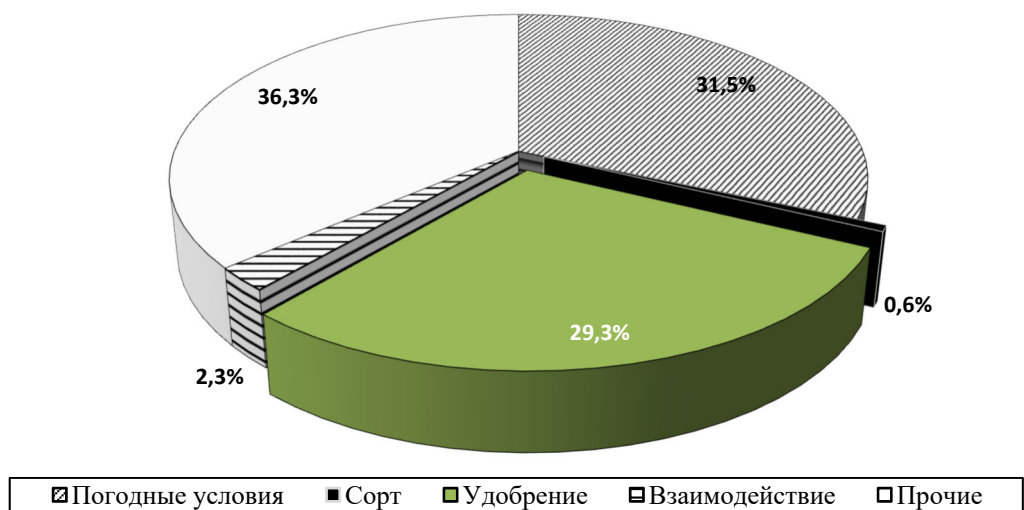


Рис. 1 – Доля участия факторов в изменчивости запасов продуктивной влаги в период посева сои, % (2014-2016 гг.)

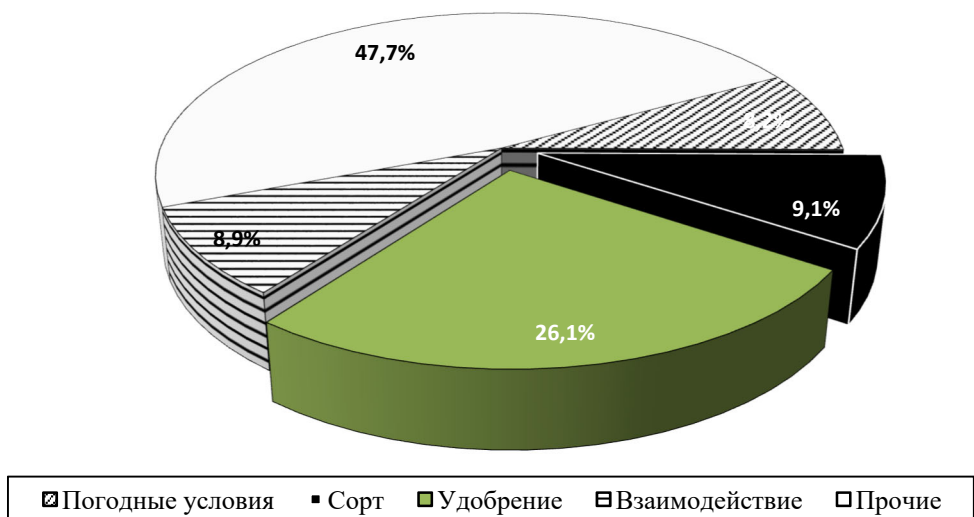
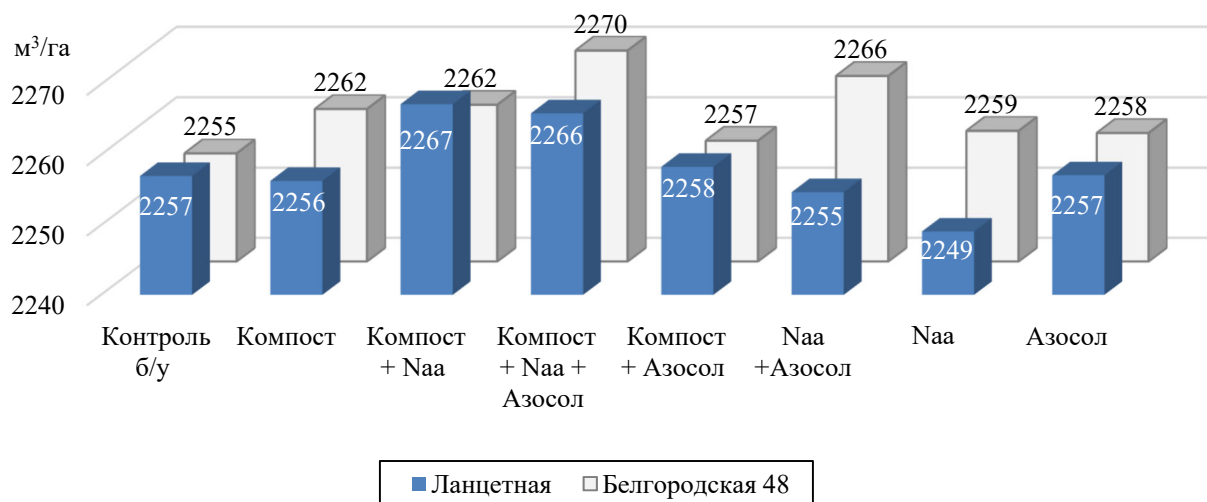


Рис. 2 – Доля участия факторов в изменчивости запасов продуктивной влаги в период уборки, % (2014-2016 гг.)

Влияние удобрений на запасы влаги в почве в этот период под посевами сои было неодинаковым и зависело от ее сортовой принадлежности. В случае сорта сои Ланцетная положительное влияние компоста на запасы влаги сохранялось и к уборке. По сравнению с контрольным вариантом разница была существенной и составила 11,4 мм/га. На всех остальных вариантах разница находилась в пределах ошибки опыта. Как тенденцию можно отметить, что на вариантах совместного использования компоста и аммиачной селитры запасы влаги незначительно снижались по сравнению с контролем, а в случае использования минеральных удобрений были выше. На посевах сои сорта Белгородская 48 применение удобрений как правило приводило к снижению запасов влаги в почве. В варианте «компост + аммиачная селитра + Азосол» содержание влаги были минимальными в целом по опыту – 37,9 мм/га.

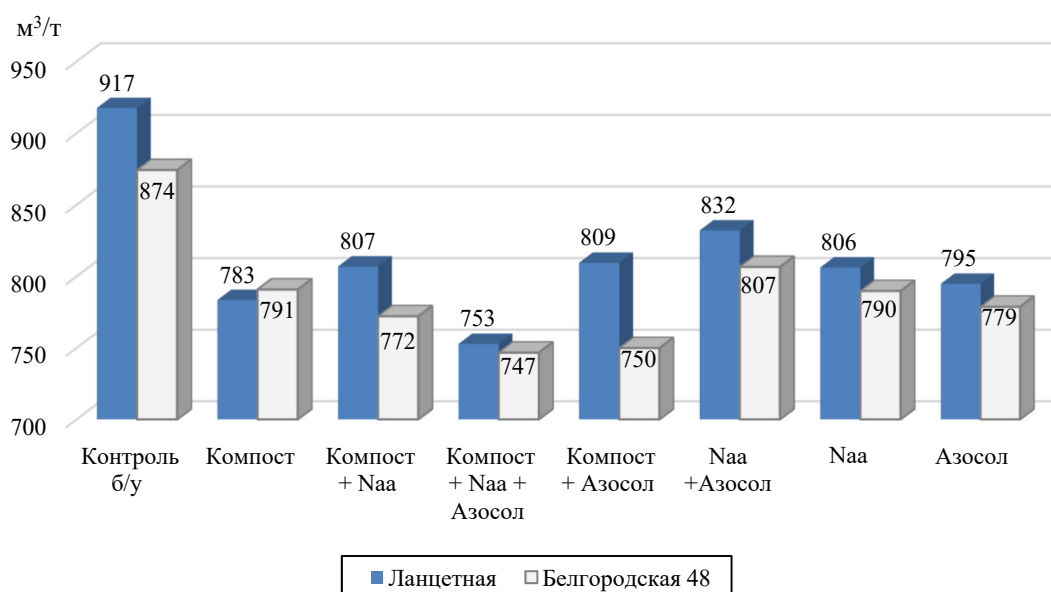
Водопотребление – это расход воды культурами в течение вегетации. Водопотребление является показателем потребности растений в воде и эффективности её использования. Последнее зависит, как от биологических особенностей культур, так и от условий внешней среды, в том числе применяемых агроприемов. На рисунке 3 представлены данные по влиянию различ-

ных вариантов удобрений на суммарное водопотребление посевами сортов сои двух групп спелости. В целом по опыту отмечались довольно выровненные показатели: максимальная разница составила 21 м<sup>3</sup>/га или 1% между вариантами применения аммиачной селитры под раннеспелый сорт Ланцетная и полного трехкомпонентного удобрения под среднеспелый сорт Белгородская 48 (рис. 3).



**Рис. 3 – Суммарное водопотребление в среднем за 2014-2016 гг., м³/га**

Анализ изменчивости показателя свидетельствует, что влияние удобрений зависело от сорта, на котором они применялись. Применение органических и минеральных удобрений отдельно и в различных сочетаниях удобрений приводило к повышению суммарного водопотребления от 2 до 15 м<sup>3</sup>/га посевами сои среднеспелого сорта Белгородская 48. Наибольший расход влаги по сравнению с контролем отмечался при совместном применении минеральных удобрений отдельно и с компостом. Несколько меньше суммарное водопотребление было при внесении компоста отдельно и вместе с аммиачной селитрой. Внесение компоста с аммиачной селитрой в двух- и трехкомпонентном удобрении под сорт Ланцетная приводило к увеличению расхода воды посевами – на 9-10 м<sup>3</sup>/га, тогда как применение только аммиачной селитры – к его снижению на 8 м<sup>3</sup>/га. В остальных вариантах применения удобрений отклонения от контроля незначительны.



**Рис. 4 – Коэффициент водопотребления в среднем за 2014-2016 гг., м³/т**

Показателем эффективности использования продуктивной влаги является коэффициент водопотребления. Установлено, что посевы среднеспелого сорта Белгородская 48 использовали влагу экономичнее, в среднем на 24 м<sup>3</sup>/т (рис. 4). На контрольном варианте, где отмечалась наибольшая величина коэффициента водопотребления разница между сортами составила 43 м<sup>3</sup>/т. Однако максимальные различия по данному показателю выявлены при применении компоста с Азосолом и составили 59 м<sup>3</sup>/т. В целом удобрения оказали положительное влияние на эффективность водопотребления посевами сои. При их применении коэффициент водопотребления снижался на 8-18%. Причем удобрения способствовали более экономному расходу влаги посевами раннеспелого сорта, на котором снижение величины коэффициента составило в среднем 120, тогда как на среднеспелом – 98 м<sup>3</sup>/т. Максимальное снижение затрат влаги на единицу урожая отмечалось при применении трехкомпонентного удобрения и на сорте Ланцетная, и на сорте Белгородская 48, соответственно 165 и 124 м<sup>3</sup>/т. В целом применение органического удобрения благоприятно сказывалось на эффективности использования влаги, особенно при насыщении уровня удобренности.

**Заключение.** В период сева запасы продуктивной влаги в почве не зависели от сортовой принадлежности посевов сои, тогда как внесение компоста положительно влияло на данный показатель. В варианте отдельного его применения происходило достоверное увеличение запасов влаги на 9,3 мм/га. К уборке культуры выявлено влияние сорта на запасы влаги в метровом слое (9,1%), и достоверно ниже они были под посевами среднеспелого сорта Белгородская 48. Удобрения сохранили свое влияние на запасы продуктивной влаги от посева (29,3%) до уборки (26,1%). Существенная разница по данному показателю в период уборки отмечена между вариантом применения компоста, где содержание влаги в почве было наибольшим 54,9 мм/га, и вариантами применения аммиачной селитры в двух- и трехкомпонентных удобрениях, где запасы продуктивной влаги в период роста и развития культуры снижались на 90-97 мм/га.

Сортовые посеы в целом не отличались по суммарному водопотреблению 2258-2261 м<sup>3</sup>/га, в то же время удобрения способствовали его увеличению на посевах сои сорта Белгородская 48 на 2-15 м<sup>3</sup>/га. Влияние удобрений на раннеспелом сорте не было таким однозначным: внесение компоста с аммиачной селитрой в двух- и трехкомпонентном удобрении приводило к увеличению расхода воды посевами – на 9-10 м<sup>3</sup>/га, тогда как применение только аммиачной селитры – к его снижению на 8 м<sup>3</sup>/га. В целом удобрения повышали эффективность водопотребления посевами сои на 8-18%. В большей степени коэффициент водопотребления снижался при применении органического удобрения, особенно при насыщении уровня удобренности, достигая минимального значения в варианте трехкомпонентного удобрения – 750 м<sup>3</sup>/т в среднем. Растения среднеспелого сорта Белгородская 48 более экономично расходовали влагу на производство единицы продукции.

#### Библиография

1. Z. Shea, W.M. Singer, B. Zhang. Soybean Production, Versatility, and Improvement / Z. Shea, W.M. Singer, B. Zhang // In book: Legume Crops, 2020. – Pp. 1–22 (2020) doi: 10.5772/intechopen.91778
2. World Oilseed Production [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/267271/worldwide-oilseed-production-since-2008/>
3. Turyansky, A.V. Research of development trends in the field of soil fertility restoration / A.V. Turyansky, E.G. Kotlyarova, S.D. Litsukov, A.I. Titovskaya, A.V. Akinchin // Ecology, Environment and Conservation Paper. – 2018. – № 24 (3). – pp. 1048-1052.
4. Почвенно-экологические и агротехнологические особенности выращивания сои на черноземах в Краснодарском крае / Г.С. Куст [и др.] // Доклады по экологическому почвоведению. – 2008. – Т. 2 – № 9. – С. 1-527.
5. Щелко, Л.Г. Засухоустойчивость коллекционных образцов сои Китайского генцентра и Дальнего Востока / Л.Г. Щелко, Н.Н. Кожушко // Сб. научн. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1985. – С. 27-37.
6. Лещенко А.К. Селекция, семеноведение и семеноводство сои / А.К. Лещенко, В.Г. Михайлов, В.И. Сичкарь. – Киев: Урожай, 1985. – 179 с.
7. Куст Г.С. Агрогенная деградация черноземов как причина развития почвенной засухи, снижающей продуктивность сельскохозяйственных культур / Г.С. Куст, С.Ю. Розов, Н.Д. Кутузова // Аридные экосистемы. – 2010. – том 16. – № 1 (41). – С. 16-27.
8. Фадеева М.Ф. Соя стратегическая культура в экономической политике / М.Ф. Фадеева, Л.В. Воробьева // Владимирский земледелец. – 2017. – № 1 (79). – С. 27-28.

9. Омелянюк, Л.В. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СИБНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода / Л.В. Омелянюк, А.М. Асанов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №5. – С. 17-20.
10. Boyer, J.S. Plant productivity and environment / J. S. Boyer // Science. – 1982. – Vol. 218. – № 4571. – P. 443-448.
11. Кузнецов И.И. Потенциальные возможности продукционного процесса растений у сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона России / И.И. Кузнецов, А.В. Амелин // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 2(35). – С. 11-13.
12. Баранов, В.Ф. Экологическая роль сорта в агроценозах сои / В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2013. – № 2 (155-156). – С. 154.
13. Бельшкينا, М. Е. Влияние агрометеорологических условий на продукционный процесс сортов сои северного экотипа / М.Е. Бельшкينا // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2 (50) – С. 15-21.
14. Котлярова, Е.Г. Регулирование водного режима в посевах подсолнечника на северных склонах Среднерусской возвышенности / Е.Г. Котлярова, М.Н. Рязанов // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. - № 2. – С. 31-37.
15. Рязанов, М.Н. Структура и водопрочность почвенных агрегатов чернозема типичного под подсолнечником в ландшафтных условиях ЦЧР / М.Н. Рязанов, Е.Г. Котлярова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 2 (22). – С. 181-192.
16. Litsukov, S.D. Agrochemical Substantiation of the Inclusion of Bird Droppings under Grain Maize at Different Tillage In Terms of the South - Western Part of the Central Black Earth Region / S.D. Litsukov, A.F. Glukhovchenko, E.G. Kotlyarova, A.I. Titovskaya, A.V. Akinchin // Bioscience Biotechnology Research Communications. - 2019. - Special Issue Vol 12 (5). – Pp. 152-160.
17. Грицина В.Г., Котлярова Е.Г. Урожайность, качество семян и доходность сортов сои в зависимости от уровня удобренности // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 4(16). - С. 52-63
18. Impact of Cover Crops and Poultry Litter on Selected Soil Properties and Yield in Dryland Soybean Production / S. Pokhrel [et al.] // Agronomy, 11, 119 (2021) <https://doi.org/10.3390/agronomy11010119>
19. Kotlyarova, E. G. Productivity and economic efficiency of soybean varieties cultivation upon application of organic and mineral fertilizers / E.G. Kotlyarova, V.G. Gritsina // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. - № 2S. – 1582-1602.
20. Роль некорневых подкормок в продукционном процессе агрофитоценозов сои и формировании жизнеспособности семян / В.Ф. Баранов [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2013. – № 1 (153-154). – С. 40-48.
21. Гадимов, А.Г. Стартовые дозы азота и симбиоз сои с клубеньковыми бактериями / А.Г. Гадимов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 4.–С. 44-47.
22. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation of soy nodule bacteria after preservation / R. Juraeva [et al.] // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. – 2020. – № 21(61-62). – pp. 72-79.
23. 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.

#### References

1. Z. Shea, W.M. Singer, B. Zhang. Soybean Production, Versatility, and Improvement / Z. Shea, W.M. Singer, B. Zhang // In book: Legume Crops, 2020. – Pp. 1–22 (2020) doi: 10.5772/intechopen.91778
2. World Oilseed Production [Internet]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/267271/worldwide-oilseed-production-since-2008/>
3. Turyansky, A.V. Research of development trends in the field of soil fertility restoration / A.V. Turyansky, E.G. Kotlyarova, S.D. Litsukov, A.I. Titovskaya, A.V. Akinchin // Ecology, Environment and Conservation Paper. – 2018. – № 24 (3). – pp. 1048-1052.
4. Pochvenno-ecologicheskiye i agrotehnologicheskiye osobennosti vyraschivaniya soyi na cherozemah v Krasnodarskom kraye [Soil, ecological and agro technological aspects of soya bean growing on the cherozem soils in the Kuban region (Northern Caucasus)] / G.S. Kust [et al.] // Interactive Journal of Ecological Soil Science. – 2008. – Т. 2 – № 9. – С. 1-527.
5. Schelko, L.G. Zasuhostoychivost' kollekcionnyh obrazcov soyi Kitayskogo geocentra i Dal'nego Vostoka [Drought resistance of soybean collection samples from the Chinese General Center and the Far East] / L.G. Schelko, N.N. Kozhushko // Collection of scientific works on applied Botany, Genetics and Breeding. – 1985. – С. 27-37.
6. Leshchenko, A. K. Selekcija, semenovedeniye i semenovodstvo soyi [Selection, seed science and seed production of soybeans] / A. K. Leshchenko, V. G. Mikhailov, V. I. Sichkar. - Kiev: Harvest, 1985. - 179 p.
7. Kust, G.S. Agrogennaya degradaciya chernozemov kak prichina razvitiya pochvennoy zasuhi, snizhayushchey produktivnost' sel'skohozyaistvennyh kul'tur [Agricultural degradation of chernozems as the reason for soil drought and decrease of productivity of agropplants] / G.S. Kust, S.Yu. Rozov, N.D. Kutuzova // Arid ecosystems. – 2010. – Vol. 16. – № 1 (41). – Pp. 16-27.

8. Fadeeva, M.F. Soya strategicheskaya kul'tura v ekonomicheskoy politike [Soya is a strategic culture in the economic policy] / M.F. Fadeeva, K.V. Vorobieva // Vladimir farmer. – 2017. – № 1 (79). – Pp. 27-28.
9. Omelyanyuk, L.V. Productivnost' obrazcov zernobobovykh kul'tur, sozdannykh v GNU SIBNIICH, v zavisimosti ot pogodnykh usloviy vegetacionnogo perioda [Productivity samples of Leguminous crops created in Siberian scientific research institute of agriculture, depending on the weather conditions of the growing season] / L.V. Omelyanyuk, A.M. Asanov // Achievements of Science and Technology of AIC. – 2013. – № 5. – Pp. 17-20.
10. Boyer, J.S. Plant productivity and environment / J.S. Boyer // Science. – 1982. – Vol. 218. – № 4571. – P. 443-448.
11. Kuznetsov I. I. Potencial'nye vozmozhnosti produkcionnogo processa rasteniy r sortov soyi severnogo ecotipa v usloviyah Central'no-Chernozemnogo regiona Rossii [Potentials of the plant production process in soybean varieties of the northern ecotype in the conditions of the Central Chernozem region of Russia] / I. I. Kuznetsov, A.V. Amelin // Vestnik OrelGAU. – 2012. – № 2(35). – Pp. 11-13.
12. Baranov, V.F. Ecologicheskaya rol' sorta v agrocenozah soyi [The ecological role of variety in soybean agroecosystems] / V.F. Baranov, V.L. Makhonin // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2013. – №2 (155-156). – Pp. 154.
13. Belyshkina, M.E. Vliyaniye agrometeorologicheskikh usloviy na produkcionnyy process sortov soyi severnogo ecotipa [Influence of agrometeorological conditions on production process of the north ecotype soybean] / M.E. Belyshkina // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. – 2020. – № 2 (50) – C. 15-21.
14. Kotlyarova, E. Regulirivanie vodnogo rezhima v posevah podsolnechnika na severnykh sklonah Srednerusskoy vozvysheynosti [Regulation of water regime in sunflower fields on the northern slopes of the central Russian upland] / E. Kotlyarova, M. Ryazanov // Vestnik Michurinsk State Agrarian University. – 2019. - № 2. – pp. 31-37.
15. Ryazanov, M.N. Structura i vodoprochnost' pochvennykh agregatov chernozema tipichnogo pod podsolnechnikom v landshaftnykh usloviyah CCHR [Structure and water stability of soil aggregates of typical chernozem under sunflower in the landscape conditions of the Central Chernozem region] / M.N. Ryazanov E.G. Kotlyarova // Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives. – 2019. – № 2 (22). – Pp. 181-192.
16. Litsukov, S.D. Agrochemical Substantiation of the Inclusion of Bird Droppings under Grain Maize at Different Tillage In Terms of the South - Western Part of the Central Black Earth Region / S.D. Litsukov, A.F. Glukhovchenko, E.G. Kotlyarova, A.I. Titovskaya, A.V. Akinchin // Bioscience Biotechnology Research Communications. - 2019. - Special Issue Vol 12 (5). – Pp. 152-160.
17. Gritsina, V.G. Urozhaynost', kachestvo semyan i dohodnost' sortov soyi v zavisimosti ot urovnya udobrennosti [Yield, seed quality and profitability of soybean varieties depending on the level of fertilizing] / V.G. Gritsina, E.G. Kotlyarova // Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives. – 2017. – № 4(16). – Pp. 52-63.
18. Impact of Cover Crops and Poultry Litter on Selected Soil Properties and Yield in Dryland Soybean Production / S. Pokhrel [et al.] // Agronomy, 11, 119 (2021) <https://doi.org/10.3390/agronomy11010119>
19. Kotlyarova, E. G. Productivity and economic efficiency of soybean varieties cultivation upon application of organic and mineral fertilizers / E.G. Kotlyarova, V.G. Gritsina // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. - № 2S. – 1582-1602.
20. Rol' nekornevnykh podkormok v produkcionnom processe agrofytocenozov soy i formirovaniy zhiznesposobnosti semyan [The role of foliar nutrition in the production of soybean agrophytocenoses and the formation of seeds germination ability] / V.F. Baranov [et al.] // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2013. – № 1 (153-154). – C. 40-48.
21. Gadimov, A.G. Startovye dozy azota i simbioz soyi s klubenykh bakteriyami [The starting doses of nitrogen and symbiosis of soybean with nodule bacteria] / A.G. Gadimov // In: Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Geographical Environment and Living Systems. – 2010. – № 4. – Pp. 44-47.
22. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation of soy nodule bacteria after preservation / R. Juraeva [et al.] // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. – 2020. – № 21(61-62). – pp. 72-79.
23. 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.

#### Сведения об авторах

Котлярова Екатерина Геннадьевна, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: [kotlyarovaeg@mail.ru](mailto:kotlyarovaeg@mail.ru)

Грицина Виталий Геннадьевич, аспирант Белгородского ГАУ, e-mail: [vitalii-gricina@mail.ru](mailto:vitalii-gricina@mail.ru)

#### Information about authors

Kotlyarova Ekaterina Gennadiyevna, Professor, doctor of agricultural Sciences, Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin, E-mail: : [kotlyarovaeg@mail.ru](mailto:kotlyarovaeg@mail.ru).

Gritsina Vitaliy Gennadiyevich, post-graduate student, Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin, E-mail: [vitalii-gricina@mail.ru](mailto:vitalii-gricina@mail.ru).

УДК 632.93

*Е.В. Коваленко, Н.В. Коцарева*

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ВЫСОТУ РАСТЕНИЙ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> БОРЕЙ И F<sub>1</sub> ДАРИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследований влияния предпосевной обработки различных препаратов семян подсолнечника на ростовые процессы (высота растений, фотосинтетическая деятельность), на хозяйственно-биологические признаки и иммунологические параметры гибридов подсолнечника комплексом препаратов, включающих протравитель (Винцит, Максим) микроэлементы (Гидромикс, Радифарм, Фертигрейн Стар) и регуляторы роста (Альбит, Вымпел) на хозяйственно-биологические признаки и свойства гибридов подсолнечника Борей F<sub>1</sub> и Дарий F<sub>1</sub> в условиях юго-западной части Центрально-черноземного района. Предпосевная обработка семян подсолнечника Борей F<sub>1</sub> существенно способствовала ускорению ростовых процессов растений. Высота растений подсолнечника по опыту в среднем изменялась от 129,3 см в контроле до 162,5 см в варианте обработки «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)». Максимальный прирост высоты растений по сравнению с контролем по гибриду Дарий F<sub>1</sub> также получили в варианте предпосевной обработки «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)», который составил 23,8 см в среднем за 3 года. Предпосевная обработка семян подсолнечника комплексом препаратов защитного и ростостимулирующего действия максимально способствовала реализации потенциала адаптивности растений и формирования мощного стеблестоя. Значительно активизировали ростовой потенциал у изучаемых гибридов подсолнечника обработки в варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)», что позволило на данном этапе исследований выделить данную обработку семян как оптимальную. Определена эффективная схема предпосевной обработки семян гибридов подсолнечника Борей F<sub>1</sub> и Дарий F<sub>1</sub>, позволяющая получать урожай семян до 29,03 ц/га (прибавка 6,6 ц/га) и уровнем рентабельности 156,4 % (прирост 39,6 %).

**Ключевые слова:** предпосевная, обработка семян, подсолнечник, высота растений, протравители

## EFFECT OF PRE-SOWING TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS ON PLANT HEIGHT AND PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF HYBRIDS F<sub>1</sub> BOREAS AND F<sub>1</sub> DARIUS IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

**Abstract:** The article presents the results of studies of the effect of pre-sowing treatment of various preparations of sunflower seeds on growth processes (plant height, photosynthetic activity), on economic and biological characteristics and immunological parameters of sunflower hybrids with a complex of preparations including a dressing agent (Vincit, Maxim) microelements (Hydromix, Radifarm, Fertigrain Star) and growth regulators (Albit, Vympel) on the economic and biological characteristics and properties of sunflower hybrids Borey F<sub>1</sub> and Darius F<sub>1</sub> in the conditions of the southwestern part of the Central Chernozem region. Presowing treatment of Borey F<sub>1</sub> sunflower seeds significantly contributed to the acceleration of plant growth processes. Experimentally, the height of sunflower plants varied from 129,3 cm in the control to 162,5 cm in the treatment variant "Maxim (5,0 l / t) + Hydromix (200 g / t) + Fertigrain Star (1,0 l / t). t)". The maximum increase in plant height in comparison with the control for the Darius F<sub>1</sub> hybrid was also obtained in the variant of presowing treatment "Maxim (5,0 l / t) + Hydromix (200 g / t) + Fertigrain Star (1,0 l / t)", which was 23,8 cm on average over 3 years. Presowing treatment of sunflower seeds with a complex of preparations of protective and growth-stimulating action maximally contributed to the realization of the potential of plant adaptability and the formation of a powerful stalk. The growth potential of the studied sunflower hybrids was significantly activated by treatment in the variant "Maxim (5,0 l / t) + Hydromix (200 g / t) + Fertigrain Star (1,0 l / t)", which made it possible at this stage of research to isolate this seed treatment as optimal. An effective scheme of pre-sowing treatment of seeds of sunflower hybrids Borey F<sub>1</sub> and Darius F<sub>1</sub> was determined, which allows obtaining a seed yield of up to 29,03 c / ha (an increase of 6,6 c / ha) and a profitability level of 156,4% (an increase of 39,6%).

**Key words:** pre-sowing, treatment of seeds, sunflower, plant height, seed disinfectants

**Введение.** Подсолнечник в течение последних десятилетий принадлежит к десяти основным культурам, возделываемым во всем мире. В Российской Федерации — это основная масличная культура. Для получения высоких и устойчивых урожаев подсолнечника предпосевная обработка семян является одной из важных предпосылок рентабельного производства. В растениях микроэлементы включаются в обмен веществ, активизируют биохимические процессы, в результате ускоряется рост и развитие растений, повышается их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, что положительно отражается на урожайности и качестве продукции.

Современный рынок микроудобрений и регуляторов роста предлагает множество препаратов, однако внимание следует обращать только на неоднократно проверенные экспериментально на разных сортах и гибридах в разных климатических зонах препараты. Стабильная цена, высокая ликвидность, сделали выращивание подсолнечника привлекательным. В Белгородской области в среднем площадь посева подсолнечника составляет 7 % от всех посевов этой культуры в Российской Федерации. Средняя урожайность по Белгородской области 21,2 ц/га. Для получения высоких и устойчивых урожаев подсолнечника предпосевная обработка семян является одной из важных предпосылок рентабельного производства.

По данным многих исследователей [1, 6, 9,10] формирование и развертывание одного листа в среднем затрачивается около 3 суток, значит, при образовании 35 листьев период вегетации составляет 105 суток. Развитие растения подсолнечника переходит к генеративной фазе только после формирования на конусе нарастания максимального для данного типа числа листьев. Поэтому при отборе средне- и скороспелых сортов в селекции при отборе учитывают число листьев на растении подсолнечника [4, 5]. У подсолнечника роль каждого яруса листьев различна. Наибольшей фотосинтетической активностью, минимальной оводненностью, интенсивным оттоком ассимилянтов отличаются листья от 12-15-го до 23-25-го листа, играя при этом важную роль в биоценозе жира в семенах [2, 7]. Исследованиями Всесоюзного НИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта (ВНИИМК) доказано, что снижение размеров пяти верхних листьев, развитие которых прекращается до начала критического цветения, приводит к повышению засухоустойчивости и толерантности к загущению [8, 11].

**Объект исследований, материалы и методы.** Исследования проводили в ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный институт имени В. Я. Горина» в 2012-2014 гг. Почва опытного участка – черноземы типичные, среднемощные, тяжелосуглинистые на лессовидных суглинках.

Целью работы было изучение влияния предпосевной обработки семян подсолнечника на высоту растений и фотосинтетическую деятельность гибридов Борей F<sub>1</sub> и Дарий F<sub>1</sub> в условиях юго-запада ЦРР. Были решены следующие задачи: изучено влияние предпосевной обработки различными препаратами семян подсолнечника ростовые процессы (высота растений, фотосинтетическая деятельность), на хозяйственно-биологические признаки и иммунологические параметры гибридов Борей F<sub>1</sub> и Дарий F<sub>1</sub> в условиях юго-запада ЦРР. Опыт двухфакторный – фактор А гибриды подсолнечника Борей F<sub>1</sub> и Дарий F<sub>1</sub>, фактор В – элементы обработки согласно схеме:

1. Без обработки – контроль;
2. Винцит, 2,0 л/т;
3. Максим, 5,0 л/т;
4. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т;
5. Максим, 5,0 л/т + Радифарм, 0,2 л/т;
6. Максим, 5,0 л/т + Фертигрейн Старт, 1 л/т;
7. Максим, 5,0 л/т + Альбит, 0,35 л/т;
8. Максим, 5,0 л/т + Вымпел (Гуматный комплекс), 0,3 л/т;
9. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Радифарм, 0,2 л/т;
10. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т +Фертигрейн Старт, 1 л/т;
11. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Альбит, 0,35 л/т;
12. Максим, 5,0 л/т + Гидромикс, 200 г/т + Вымпел (Гуматный комплекс), 0,3 л/т;

Площадь учетной делянки 25 м<sup>2</sup>, общая площадь посева 1800 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Сроки посева семян подсолнечника – третья декада апреля. Размещение делянок в опыте рендомизированное [3]. Предшественник - ячмень. Под основную обработку удобрения не вносили. Подкормку подсолнечника проводили в фазе 2-3 листьев комплексным удобрением (азофоска в дозе 100 кг д. в. /га. Для борьбы с сорными растениями использовали гербицид Лонтрел-300 в дозе 1 л/га. В опыте проводили следующие учёты и наблюдения:

1. Фенологические наблюдения, учёты и измерения - по методике государственного сортоиспытания с/х культур (1985).

2. Площадь листовой поверхности растения - по Доспехову Б. А. [3].

3. Статистическую обработку экспериментальных данных - по методу дисперсионного анализа двухфакторного полевого опыта на персональном компьютере IBM-INTEL PENTIUM кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ.

**Результаты.** В среднем за 3 года исследования гибридов длина стебля подсолнечника в фазе образования двух пар настоящих листьев составила в среднем 4-6 см, в фазах образования корзинки – 50-65 см, цветения – 140-160 см. У растений гибрида Борей F<sub>1</sub> отмечено существенное влияние предпосевной обработки семян на высоту растений, следовательно, на фотосинтетическую активность и продуктивность урожая (табл. 1).

**Таблица 1 — Влияние предпосевной обработки на высоту растения подсолнечника гибрида Борей F<sub>1</sub>**

Варианты обработки	Высота растения, см				
	2012	2013	2014	$\bar{X}$	$\pm$ к контролю
Без обработки - контроль	137,5	124,3	126,2	129,3	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	141,0	137,2	138,5	138,9	+9
Максим (5,0 л/т)	143,5	131,5	141,4	138,8	+9
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	151,5	131,5	138,1	140,4	+11
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	142,4	142,8	140,4	141,9	+12
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	154,0	148,0	149,2	150,4	+21
Максим 5,0 л/т + Альбит (0,35 л/т)	150,7	157,2	153,8	153,9	+24
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	148,5	138,5	141,5	142,8	+13
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	163,2	145,2	148,3	152,2	+23
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	171,3	155,3	160,9	162,5	+33
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	169,0	153,1	155,7	159,3	+30
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	162,8	142,4	147,1	150,7	+21
НСР <sub>05</sub> - 4,52					

Предпосевная обработка семян подсолнечника Борей F<sub>1</sub> существенно способствовала ускорению ростовых процессов растений. Высота растений подсолнечника по опыту в среднем изменялась от 129,3 см в контроле до 162,5 см в варианте обработки «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)».

Наибольшая высота растений подсолнечника Борей F<sub>1</sub> была отмечена в 2012 году - 171,3 см в варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)». Различия с контролем составили 33,8 см.

В последующие годы высота растений подсолнечника была несколько ниже, но тем не менее лучшим вариантом предпосевной обработки был вариант «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)».

В среднем за 3 года у гибрида Борей F<sub>1</sub> наибольшая высота растений отмечена на вариантах «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1 л/т)» и «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)», что составило на 32,4 см и 30,2 см превышало контроль. Высота растений подсолнечника F<sub>1</sub> Дарий составила в среднем от 145,6 см в контроле до 169,4 см в варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)» (табл. 2).

Максимальный прирост высоты растений по сравнению с контролем по гибриду Дарий F<sub>1</sub> также получили в варианте предпосевной обработки «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)», который составил 23,8 см в среднем за 3 года.



**Таблица 2 — Влияние предпосевной обработки на высоту растения подсолнечника гибрида Дарий F<sub>1</sub>**

Варианты обработки	Высота растения, см				
	2012	2013	2014	X	±к контролю
Без обработки - контроль	157,2	139,4	140,1	145,6	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	163,8	147,2	146,3	152,4	6,8
Максим (5,0 л/т)	165,2	143,9	143,8	150,9	5,3
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	178,1	157,8	156,2	164,0	18,4
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	174,0	153,9	154,1	160,6	15,0
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	179,5	161,6	160,8	167,3	21,7
Максим 5,0 л/т +Альбит (0,35 л/т)	175,0	160,2	162,0	165,7	20,1
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	168,0	146,0	144,8	152,9	7,3
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	170,3	154,4	153,7	159,5	13,9
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	182,0	163,3	162,9	169,4	23,8
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	180,0	154,1	153,2	162,4	16,8
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	168,8	149,8	142,2	153,6	8,0
НСР <sub>05</sub> = 11,07					

Площадь листовой поверхности подсолнечника F<sub>1</sub> Борей в среднем составила от 17,2 тыс. м<sup>2</sup>/га в контроле до 20,6 тыс. м<sup>2</sup>/га варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)» (табл. 3). Наиболее интенсивные ростовые процессы отмечены при применении протравителя Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1 л/т).

**Таблица 3 - Влияние предпосевной обработки на площадь листовой поверхности подсолнечника F<sub>1</sub> Борей**

Варианты обработки	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га				
	2012	2013	2014	X	± к контролю
Без обработки - контроль	18,7	16,2	16,6	17,2	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	19,0	17,7	18,0	18,2	+1,0
Максим (5,0 л/т)	19,2	17,5	18,4	18,4	+1,2
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	19,6	17,8	18,7	18,7	+1,5
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	19,5	17,2	18,3	18,3	+1,1
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	20,4	18,3	19,2	19,3	+2,1
Максим 5,0 л/т +Альбит (0,35 л/т)	20,4	18,8	19,5	19,6	+2,4
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	20,0	17,7	18,3	18,7	+1,5
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	20,5	19,2	19,4	19,7	+2,5
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	21,3	20,6	19,8	20,6	+3,4
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	20,9	19,4	18,7	19,6	+2,4
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	19,7	18,9	18,5	19,0	+1,8
НСР <sub>05</sub> = 0,50					

У среднераннего гибрида подсолнечника F<sub>1</sub> Дарий площадь листовой поверхности составила от 20,4 тыс. м<sup>2</sup>/га до 23,5 тыс. м<sup>2</sup>/га (табл. 4). Максимальные показатели площади листовой поверхности были получены в варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1 л/т)» - 3,1 тыс. м<sup>2</sup>/га.

**Таблица 4 - Влияние предпосевной обработки на площадь листовой поверхности подсолнечника F<sub>1</sub> Дарий**

Варианты обработки	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га				
	2012	2013	2014	-X	± к контролю
Без обработки - контроль	21,0	19,7	20,4	20,4	-
Винцит (2,0 л/т) - эталон	22,1	21,4	20,9	21,5	1,1
Максим (5,0 л/т)	22,2	21,6	21,3	21,7	1,3
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т)	22,7	21,3	22,4	22,1	1,7
Максим (5,0 л/т) + Радифарм (0,2 л/т)	22,5	20,8	21,2	21,5	1,1
Максим (5,0 л/т) + Фертигрейн (1,0 л/т)	23,4	22,5	22,7	22,9	2,5
Максим 5,0 л/т + Фертигрейн Стар (0,35 л/т)	23,1	22,8	23,6	23,2	2,8
Максим (5,0 л/т) + Вымпел (0,3 л/т)	23,0	21,5	22,8	22,4	2,0
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Радифарм (0,2 л/т)	24,6	20,9	20,4	22,0	1,6
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)	25,5	22,6	22,3	23,5	3,1
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Альбит (0,35 л/т)	25,1	21,7	22,9	23,2	2,8
Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Вымпел (0,3 л/т)	23,4	21,3	22,4	22,4	2,0
НСР <sub>05</sub> = 1,22					

**Заключение.** Предпосевная обработка семян подсолнечника комплексом препаратов защитного и ростостимулирующего действия максимально способствовала реализации потенциала адаптивности растений и формирования мощного стеблестоя. Значительно активизировали ростовой потенциал у изучаемых гибридов подсолнечника обработки в варианте «Максим (5,0 л/т) + Гидромикс (200 г/т) + Фертигрейн Стар (1,0 л/т)», что позволило на данном этапе исследований выделить данную обработку семян как оптимальную.

#### Библиография

1. Алабушев В.А., Алабушев А.В. и др. Растениеводство: Учебное пособие / Под ред. В.А. Алабушева. - Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2001.-384 с.
2. Васильева Н. Г. О фотопериодизме подсолнечника // Физиологическая стойкость озимых, яровых хлебов и подсолнечника.: ВАСХНИЛ, 1936. - С.56-76.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования)/ Б.А. Доспехов - М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
4. Коломейченко В. В. Растениеводство / В. В. Коломейченко. - М.: Агробизнесцентр, 2007. - 600 с.
5. Коновалов Ю. Б. Частная селекция полевых культур / Ю. Б. Коновалов, Л.И. Долгодворова, Л. В. Степанова и др. - М.: Агропромиздат, 1990.-543 с.
6. Коренев Г. В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г.В. Коренев, П.И. Подгорный, С. Н. Щербак. М.: Агропромиздат, 1990. -575 с.
7. Курец В. К. Методы определения некоторых биометрических показателей у растений / В. К. Курец. – Петрозаводск: Кар. фил. АН СССР, 1988. – 35 с.
8. Майсурян Н.А. Растениеводство/ Под ред. В.Н Степанова и В.И Лукьянюка.- М.: Колос, 1971 - 488 с.
9. Ничипорович А. А Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А. А Ничипорович // Физиология фотосинтеза. - М.: Наука, 1982. - С.7-33.
10. 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.
11. Семихненко П.Г. Подсолнечник / П.Г. Семихненко, А.И. Ключников, Т.М. Токарев и др. - М.: Колос, 1965.- 210 с.

#### References

1. Alabushev V. A., Alabushev A.V., et al. Crop production: Training manual/Under the editorship of V. A. Alabushev. - Rostov n/A: Publishing center "March", 2001. -384 p.
2. Vasilyeva N. G. photoperiodism sunflower // Physiological resistance of winter crops, spring crops and sunflower.: Of agricultural Sciences, 1936. - S. 56-76.
3. Dospikhov B. A. Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)/ B. A. Dospikhov, M.: Book on Demand, 2012. – 352 p.
4. Kolomeychenko Vladimir Crop / V. Kolomeychenko. - M.: Agrobiznestsentr, 2007. - 600 p.
5. Konovalov Yu. B. Private selection of field crops / Yu. B. Konovalov, L. I. Dolgodvorova, L. V. Stepanova et al. - Moscow: Agropromizdat, 1990. -543 p.
6. Korenev G. V. Plant breeding with the basics of breeding and seed production / G. V. Korenev, P. I. Podgorny, S. N. Shcherbak. M.: Agropromizdat, 1990. -575 p.
7. Kurets V. K. Methods for determining some biometric indicators in plants / V. K. Kurets. – Petrozavodsk: CT. Phil. USSR Academy of Sciences, 1988. - 35 p.
8. Mysuryan N. A. Crop production/ Under the editorship of V. N. Stepanov and V. And Lukyanuk. - M.: Kolos, 1971-488 p.
9. Nlchporovich A. And Physiology of photosynthesis and plant productivity / AA nlchporovich // Physiology of photosynthesis. - M.: Nauka, 1982. - P. 7-33.
10. 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.
11. Seminenko Sunflower P. G. / P. G. Semenenko, A.I. Klyuchnikov, T.M. Tokarev, etc.- M.: Kolos, 1965.- 210 p

#### Сведения об авторах

Коцарева Надежда Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, кафедра растениеводства, селекции и овощеводства. e-mail: knv1510@mail.ru, тел.: 8-906-602-67-13  
Коваленко Елена Владимировна, директор ООО «Барьер». e-mail: kovalenko.elena2012@bk.ru. тел.: 8-915-529-20-89.

#### Information about authors

Kotsareva Nadezhda Viktorovna, doctor of agricultural sciences, professor, Belgorod state agrarian university named after V. Ya. Gorin, department of crop production, selection and vegetable growing. e-mail: knv1510@mail.ru. тел.: 8-906-602-67-13  
Kovalenko Elena Vladimirovna, director, Barrier. e-mail: kovalenko.elena2012@bk.ru. тел.: 8-915-529-20-89

УДК: 633.34:581.165:631.526.32

*Муравьев А.А.*

## СТРУКТУРА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ

**Аннотация.** В процессе изучения пяти сортов сои в производственных условиях ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области в различных вегетационных периодах 2018-2020 гг. выявлены преимущества сортов Виктория и Кофу. Растения данных сортов формировали большую высоту, облиственность, массу воздушно-сухого вещества, формировали большую площадь листьев, число и массу азотфиксирующих клубеньков на корнях, большее количество бобов и семян на растениях в сравнении с другими сортами.

Длина вегетационных периодов сортов сои имела существенные различия. В 2018 году интервал количества дней от всходов до созревания изменялся от 93 (у сорта Белгородская 48) до 104 (у сорта Максус), вегетация сортов Виктория и Белгородская 7 отличались на 1 день 99 и 100 дней соответственно, сорт Кофу вегетировал 102 дня. В 2019 году по сравнению с 2018 годом растения сортов сои вегетировали дольше: на пять дней Белгородская 48 (98), на два дня Максус (106), на один день Кофу (103), на два дня Белгородская 7 (102) и на один день Виктория (100). Климатические условия вегетации сои 2020 года оказались менее благоприятными по отношению к двум предшествующим годам.

В среднем за три года производственных опытов урожайность сортов сои изменялась от 19,9 ц/га до 28,3 ц/га. Все изучаемые сорта, как в конкретных условиях года, так и в среднем за три года, формировали достоверно большую прибавку по сравнению со стандартом. Лидером по урожайности оказался сорт сои Кофу, при возделывании которого получена прибавка 6,4 ц/га или 32 %.

Лучшие экономические показатели получены у более высокоурожайного сорта Кофу, который обеспечил самую большую стоимость продукции с гектара 86315 руб./га, самую низкую себестоимость 1069 руб./ц, большую прибыль 56062 руб./га и высокий уровень рентабельности 185,3 %.

**Ключевые слова:** соя, сорт, состояние растений, элементы продуктивности, урожайность, себестоимость, прибыль, рентабельность.

## STRUCTURE OF PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES DEPENDING ON VEGETATION CONDITIONS

**Abstract.** In the process of studying five varieties of soybeans in production conditions of IP KFX Makarenko E.I. Volokonovsky district of the Belgorod region in different growing seasons 2018-2020. revealed the advantages of the varieties Victoria and Kofu. Plants of these varieties formed a high height, leafiness, mass of air-dry matter, formed a large leaf area, the number and weight of nitrogen-fixing nodules on the roots, a greater number of beans and seeds on plants in comparison with other varieties. The length of the growing seasons of soybean varieties had significant differences. In 2018, the interval of the number of days from germination to ripening varied from 93 (for variety Belgorodskaya 48) to 104 (for variety Maksus), the vegetation of varieties Victoria and Belgorodskaya 7 differed by 1 day for 99 and 100 days, respectively, variety Kofu vegetated for 102 days. In 2019, compared to 2018, plants of soybean varieties vegetated longer: Belgorodskaya 48 (98) for five days, Maxus for two days (106), Kofu for one day (103), Belgorodskaya 7 (102) for two days and for one Victoria day (100). The climatic conditions for the growing season of soybeans in 2020 turned out to be less favorable in relation to the two previous years. On average, over three years of production experiments, the yield of soybean varieties varied from 19,9 centners per hectare a to 28,3 centners per hectare. All studied varieties, both under specific conditions of the year and on average over three years, formed a significantly larger increase in comparison with the standard. The soybean variety Kofu turned out to be the leader in terms of yield, with the cultivation of which an increase of 6,4 centners per hectare or 32% was obtained. The best economic indicators were obtained for the higher-yielding variety Kofu, which provided the highest cost per hectare of 86315 rubles / ha, the lowest cost of 1069 rubles / c, a large profit of 56062 rubles / ha and a high level of profitability of 185,3%.

**Key words:** soybeans, variety, condition of plants, elements of productivity, yield, cost, profit, profitability.

**Введение.** В нашей стране значение сои и потребность в продуктах её переработки постоянно возрастает. Это связано с интенсивной динамикой увеличения производства животноводческой продукции за последние 15 лет [1,2,4].

Ежегодно научными учреждениями Российской Федерации, ведущими селекцию сои, создаются адаптивные высокопродуктивные сорта, подлежащие интродукции в различные почвенно-климатические условия с целью выявления наиболее урожайных и выгодных для возделывания. Синхронно с этим процессом происходит интродукция зарубежных сортов северного экотипа,

которые представляют интерес как для селекции, так и для производства, как источник высокого выхода с гектара белка и жира. На качество семян сои производители всегда обращают особое внимание ведь от содержания белка зависит и цена реализации, и прибыль с единицы площади [3,5,7].

Вне всякого сомнения, подбор сортов – важный агротехнический прием, однако условия вегетации в разной степени влияют на урожайность и качество, в связи с чем среднегодовые данные, получаемые в условиях одной территории, имеют особую ценность. Агротехника сои также постоянно является предметом обсуждений и научных споров уже несколько десятков лет, постоянно меняется и совершенствуется, но без внедрения новых сортов, резерв повышения урожайности сои за счет технологии будет вскоре исчерпан [3,4,6,7,8].

В областях Центрального Черноземья России изучением особенностей сортов сои северного экотипа занимаются регулярно, не только в системе государственного сортоиспытания, но и в ряде других научных, опытных и производственных учреждений [2,3,4,5].

**Цель исследования.** Аналогичное изучение сортов сои проведено нами в связи с необходимостью изучения различных по спелости, урожайности и экономической эффективности их возделывания для условий ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области и в связи с появлением в 2017 году сравнительно нового перспективного сорта сои Виктория, наряду с которым исследовали еще четыре сорта сои, допущенные к использованию в Центрально-Черноземном регионе [9,10].

**Материалы и методы исследования.** Производственные опыты по изучению продуктивности, урожайности и эффективности возделывания различных сортов сои проводили в 2018-2020 гг. на базе ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области. Объектом изучения были пять сортов сои, три из которых выведены в Белгородском ГАУ: Белгородская 48, Белгородская 7, Виктория, а два сорта Кофу и Максус зарегистрированы фирмой SEMENCES PROGRAIN (Канада). Все изучаемые сорта включены в Госреестр по 5-му Центрально-Черноземному региону.

*Белгородская 48* –среднеспелый сорт, районирован с 1992 года. Растение полудетерминантное, высота 56-70 см, нижние бобы –на высоте 10-18 см. Опушение белое, цветки фиолетовые, бобы светлые. Семена овальные, желтые, рубчик светло-коричневый, масса 1000 семян 136-180 г, содержит белка 36,8-42,0 %, масла – 18,6-19,8 %. Вегетирует 98-112 дней. Созревает в первой декаде сентября. Устойчив к полеганию растений и растрескиванию бобов. Сорт пластичный, холодостойкий, всходы выдерживают кратковременные заморозки до – 6 °С [10].

*Белгородская 7* –среднеспелый сорт, в Госреестре с 2011 г. Растение полудетерминантное средней высоты. Опушение серое. Цветки белые. Бобы светло-коричневые. Семена средние, шаровидно-приплюснутые, желтые рубчик желтый. Масса 1000 семян 105-109 г. Белка в семенах – 37,8 %, масла – 21,0 %. Высота прикрепления нижнего боба 17-19 см [10].

*Виктория* – раннеспелый сорт, в Госреестре с 2017 г. Растение средней высоты, индетерминантного типа развития. Стебель прямостоячий, присутствует опушение с характерной рыже-коричневой окраской. Окраска цветка белого цвета. Семена шаровидно-приплюснутой формы, желтые, семенной рубчик такого же цвета. Масса 1000 семян - 154,9 г. Содержание белка в семенах - 37,4%, жира - 22,1%. Высота растений - 97,8 см. Высота прикрепления нижних бобов - 14,3-16,7 см. Средняя урожайность семян в регионе - 24,7 ц/га. Максимальная урожайность семян - 42,2 ц/га. Вегетационный период - 124 дня [10].

*Максус* – среднеранний сорт, в Госреестре с 2014 г. патентообладатель SEMENCES PROGRAIN (Канада). Растение детерминантного типа развития, среднее - высокое, прямостоячее. Опушение главного стебля рыжевато-коричневое. Боковой листочек (сложного листа) заострённо-яйцевидный. Цветок фиолетовый. Семена среднего размера, удлинённо-приплюснутые, жёлтые, рубчик жёлтый. Масса 1000 семян - 169,8 г. Содержание белка в семенах - 34,8%, жира - 23,5%. Высота растений - 68,6 см, высота прикрепления нижнего боба 12,7-15,6 см. Средняя урожайность в Центрально-Черноземном регионе - 20,3 ц/га. максимальная урожайность - 33,8 ц/га [10].

*Кофу* – среднеранний сорт, патентообладатель SEMENCES PROGRAIN (Канада). Включён в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону в 2014 г. Растение от полудетерминантного до индетерминантного типа развития, низкое - среднее, прямостоячее. Опушение главного стебля рыжевато-коричневое. Боковой листочек (сложного листа) заострённо-яйцевидный. Цветок фиолетовый. Семена среднего размера, округло-удлинённые, жёлтые, рубчик жёлтый. Масса 1000 семян - 183,5 г. Содержание белка в семенах - 32,9%, жира - 24,8%. Высота растений - 71,3 см, высота прикрепления нижнего боба - 13,3-14,9 см. Средняя урожайность в Центрально-Черноземном регионе - 21,4 ц/га. Наибольшая урожайность - 44,9 ц/га [10].

Технология возделывания сои в производственных опытах была общепринятой для юго-западной части лесостепной зоны ЦЧР. Предшественником сортов сои была озимая пшеница. Обработка почвы – осенью дискование двукратно 6-8 см и 10-15 см, зяблевая вспашка на 25-27 см, весной – закрытие влаги и предпосевная культивация на глубину 4-5 см. Минеральные удобрения осенью – 2 ц нитроаммофоски, весной – 1,5 ц аммиачной селитры, некорневая подкормка Полифид свекловичный 2 кг/га. Микробиологические удобрения НоктинАМо (соевый) – 2 л/т. Срок посева – первая декада мая. Посев проводили с междурядьем 15 см сеялкой John Deere 455, норма высева 0,8 млн. шт. всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян 4-5 см.

Производственные опыты закладывали по общепринятым методикам, площадь делянки 500 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Обмолот делянок производили прямым комбайнированием, с последующим взвешиванием намолоченных семян и пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность.

Высоту и массу растений определяли в среднем из 25 растений, число и массу клубеньков – в среднем из 10 растений, площадь листьев – с помощью программы «AreaS».

Характеристика почвы следующая - чернозёмом типичным с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,75 %, рН солевой вытяжки – 6,2, со средним содержанием основных элементов питания.

Климатически условия в годы проведения производственных опытов имели определенные различия. В 2018 году вегетация сои проходила при незначительном дефиците влаги, но при избытке тепла. В 2019 году следует отметить хорошую влагообеспеченность и оптимальное количество тепла. В 2020 году в мае обеспеченность влагой была достаточно хорошей, однако в период цветения и налива семян отмечались высокие температуры и почвенная засуха, которая соответствующим образом отразилась на урожайности всех изучаемых сортов.

Подобные различия условий вегетационных периодов обусловили большие различия в росте, развитии и продуктивности изучаемых сортов сои, и, как следствие, четко удалось выявить сортовую реакцию на изменение климатических условий.

**Результаты исследования.** Продолжительность вегетации, формирование листостебельной массы растений сои и азотфиксирующих клубеньков на корнях сильно зависели от погодных условий и сортов.

Условия 2018-2020 гг. оказывали различное влияние на продолжительность вегетации всех изучаемых сортов сои. Более благоприятными были условия 2019 года, когда растения сортов сои формировали лучшие показатели линейного роста, воздушно-сухой массы, облиственности, площади листьев, а также имели большую массу и количество активных клубеньков на корнях.

В 2018 году интервал количества дней от всходов до созревания изменялся от 93 (у сорта Белгородская 48) до 104 (у сорта Максус), вегетация сортов Виктория и Белгородская 7 отличались на 1 день 99 и 100 дней соответственно, сорт Кофу вегетировал 102 дня. В 2019 году по сравнению с 2018 годом растения сортов сои вегетировали дольше: на пять дней Белгородская 48 (98), на два дня Максус (106), на один день Кофу (103), на два дня Белгородская 7 (102) и на один день Виктория (100). Климатические условия вегетации сои 2020 года оказались менее благоприятными по отношению к двум предшествующим годам. Засушливые условия второй половины вегетации сои повлияли на увеличение вегетации всех сортов за исключением Белгородская 48, который вегетировал на один день меньше, чем в 2019 году (97). Число дней от всходов до уборки остальных сортов было больше и варьировало от двух (сорт Виктория) до шести (сорт Кофу) (табл.1).

По показателю высоты растений наблюдались годовые и сортовые различия. Наименьшее её значение отмечалось в 2020 году, как в более засушливом, и в зависимости от сорта изменялось от 59,8 см (Белгородская 48) до 65,6 см (Кофу), а в среднем по сортам составило 62,3 см. В благоприятном 2019 году среднесортная высота растений сои была наибольшей 88,9 см, минимальное её значение получено у сорта Максус – 85,6 см, максимальное у сорта Кофу – 95,7 см. В условиях 2018 года растения сортов вои формировали меньшую высоту по сравнению с 2019 годом, но большую (на 12,7 см в среднем по сортам) по отношению к 2020 году.

**Таблица 1 – Период вегетации, высота, масса растений, площадь листьев, число и масса активных клубеньков на корнях сои разных сортов в условиях ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области, 2018-2020 гг.**

Сорт	Число дней от всходов до созревания	Состояние в фазе бобообразования (в среднем на 1 растение)				
		высота, см	воздушно-сухая масса, г	площадь листьев, см <sup>2</sup>	активные клубеньки на корнях	
					число, шт.	масса, г
2018 год						
Белгородская 48	93	70,9	16,6	685	19,1	0,47
Максус	104	73,1	16,9	689	19,3	0,49
Кофу	102	78,4	19,3	754	25,2	0,62
Белгородская 7	100	76,7	17,6	694	20,7	0,52
Виктория	99	76,2	18,7	721	23,6	0,54
2019 год						
Белгородская 48	98	85,8	17,9	745	27,2	0,62
Максус	106	85,6	18,2	768	27,5	0,65
Кофу	103	95,7	24,9	946	32,7	0,82
Белгородская 7	102	87,5	19,7	827	28,4	0,71
Виктория	100	90,1	21,6	854	30,5	0,76
2020 год						
Белгородская 48	97	59,8	13,0	652	16,5	0,38
Максус	109	60,1	12,2	655	17,6	0,41
Кофу	109	65,6	14,9	720	22,4	0,54
Белгородская 7	105	62,0	13,5	684	20,2	0,47
Виктория	102	64,2	13,7	716	21,8	0,47
Среднее за 2018-2020 гг.						
Белгородская 48	96	72,2	15,8	694	20,9	0,49
Максус	106	72,9	15,8	704	21,5	0,52
Кофу	105	79,9	19,7	807	26,8	0,66
Белгородская 7	102	75,4	16,9	735	23,1	0,57
Виктория	100	76,8	18,0	764	25,3	0,59

В среднем за 2018-2020 гг. по величине накопления воздушно-сухой массы наименьшее её значение получено у сортов Белгородская 48 и Максус – 15,8 г/раст. Среди белгородских сортов отмечено преимущество сорта Виктория – 18,0 г/раст. Максимальное накопление воздушно-сухой массы получено у сорта Кофу – 19,7 г/раст. Из изучаемых отечественных сортов в среднем за два года Виктория по показателям площади листьев, числу и массе активных клубеньков на корнях имела лучшие показатели. Из всех изучаемых сортов Кофу формировал максимальную площадь листьев 807 см<sup>2</sup>/раст., число активных клубеньков 26,8 шт./раст., и их массу 0,66 г./раст.

В условиях вегетационных периодов при одинаковой агротехнике были установлены значительно различающиеся по сортам элементы продуктивности растений сои. Лучшую продуктивность формировали сорта сои в благоприятном 2019 году. Масса 1000 семян при этом изменялась от 108 г до 182 г., масса семян в среднем на 1 растение от 3,5 г до 6,7 г, число семян от 41,5 шт./раст. до 47,8 шт./раст., число бобов от 21,7 шт./раст. до 24,6 шт./раст. Менее продуктивным в этом и в остальных годах исследований оказался сорт Белгородская 48, более продуктивным сорт Кофу (табл. 2).

В среднем за 2018-2020 гг. показатель массы 1000 семян у изучаемых сортов сои составил: Белгородская 48 – 157 г., Максус – 167 г., Кофу – 179 г., Белгородская 7 – 107 г., и Виктория – 153 г.

**Таблица 2 – Элементы продуктивности растений разных сортов сои в ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области, 2018-2020 гг.**

Сорт	В среднем на 1 растение			Масса 1000 семян, г
	число, шт.		масса семян, г	
	бобов	семян		
2018 год				
Белгородская 48	19,2	39,2	5,2	155
Максус	19,7	39,4	5,2	165
Кофу	22,3	45,5	6,4	176
Белгородская 7	21,0	41,6	5,7	107
Виктория	21,2	42,1	6,1	153
2019 год				
Белгородская 48	21,9	41,5	3,5	159
Максус	21,7	42,3	3,8	168
Кофу	24,6	47,8	6,7	182
Белгородская 7	22,4	44,7	6,2	108
Виктория	22,7	45,2	6,5	153
2020 год				
Белгородская 48	16,2	32,4	4,2	157
Максус	16,5	32,0	4,2	167
Кофу	21,0	35,4	5,4	178
Белгородская 7	17,9	34,0	4,7	107
Виктория	18,7	34,2	5,1	152
В среднем за 2018-2020 гг.				
Белгородская 48	19,1	37,7	4,3	157
Максус	19,3	37,9	4,4	167
Кофу	22,6	42,9	6,2	179
Белгородская 7	20,4	40,1	5,5	107
Виктория	20,9	40,5	5,9	153

В среднем за 2018-2020 гг. число бобов в среднем на 1 растение изменялось от 19,1 шт./раст. (Белгородская 48) до 22,6 шт./раст. (Кофу), межсортовые различия по этому показателю от 0,2 шт./раст. до 3,5 шт./раст. Число семян на растениях сортов сои также имело существенные различия по сортам и в среднем на 1 растение формировалось от 37,7 шт. (Белгородская 48) до 42,9 шт. (Кофу). В среднем за три года средняя масса семян на 1 растение варьировала от 4,3 г до 6,2 г.

Следует отметить, что уровень урожайности сортов сои зависел как от сортов, так и от погодных условий (табл.3).

**Таблица 3 – Влияние сортов сои на урожайность семян с гектара посева в ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области, ц/га 2018-2020 гг.**

Сорт	Урожайность				± к стандарту	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя	ц/га	%
Белгородская 48, St	17,0	25,4	17,3	19,9	-	-
Максус	20,3	26,9	18,5	21,9	2,0	10,1
Кофу	28,9	32,4	23,7	28,3	8,4	42,4
Белгородская 7	24,2	28,7	20,9	24,6	4,7	23,6
Виктория	26,4	31,2	21,2	26,3	6,4	32,0
НСР <sub>05</sub>	2,3	1,1	2,7			

Среднесортовая урожайность колебалась от 20,3 ц/га в условиях неблагоприятного 2020 года до 28,9 ц/га в благоприятном 2019 году (диапазон колебаний 8,6 ц/га), наибольшие разли-

чия по годам между сортами Белгородская 48 и Кофу были в более благоприятном по отношению к 2020 году 2018 году – 11,9 ц/га, в 2020 году – 6,4 ц/га, в 2019 году 7,0 ц/га, а в среднем за 3 года – 8,4 ц/га.

В среднем за три года производственных опытов урожайность сортов сои изменялась от 19,9 ц/га до 28,3 ц/га. Все изучаемые сорта как в конкретных условиях года, так и среднем за три года формировали достоверно большую прибавку по отношению к стандарту. Сорт сои Максус в среднем за три года обеспечил прибавку в 2 ц/га или 10,1%, сорт Белгородская 7 – 4,7 ц/га или 23,6 %, Виктория – 6,4 ц/га или 32,0 %. Лидером по урожайности оказался сорт сои Кофу, при возделывании которого получена прибавка 6,4 ц/га или 32 %.

Различия в продуктивности и урожайности изучаемых сортов сои обусловили разную экономическую эффективность их возделывания (табл.4).

**Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания разных сортов сои в ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области, 2018-2020 гг.**

Сорт	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Белгородская 48	19,9	60695	29850	1500	30845	103,3
Максус	21,9	66795	28320	1293	38475	135,9
Кофу	28,3	86315	30253	1069	56062	185,3
Белгородская 7	24,6	75030	28522	1159	46508	163,1
Виктория	26,3	80215	29253	1112	50962	174,2

Производственные затраты при возделывании сортов сои различались от 28320 руб./га до 30253 руб./га, их различия в основном обусловлены стоимостью семенного материала. Среди сортов белгородской селекции наиболее выгодным оказался сорт Виктория, себестоимость производства 1 ц его семян составила 1112 руб., что меньше на 47 руб. и 388 руб. остальных белгородских сортов, прибыль была на уровне 50962 руб./га а уровень рентабельности 174,2 %, что на 20117 руб./га и 70,9 % выше, чем у стандарта.

Лучшие экономические показатели получены у более высокоурожайного сорта Кофу, который обеспечил самую большую стоимость продукции с гектара 86315 тыс.руб./га, самую низкую себестоимость 1069 руб./ц., большую прибыль 56062 руб./га и высокий уровень рентабельности 185,3 %.

Таким образом, проведенные производственные опыты свидетельствуют об очевидном преимуществе сортов сои Виктория и Кофу, которые в условиях производства формировали лучшие показатели продуктивности, урожайности и экономической эффективности.

#### Библиография

1. Демидова А.Г. Влияние агротехнических приемов на формирование элементов структуры продуктивности сортов сои [Текст] / А.Г. Демидова, А.А. Муравьев // Материалы международной научно-практической конференции Проблемы и решения современной аграрной экономики – Белгород : Белгородский ГАУ, 2017. – С 147-148.
2. Ващенко Т.Г. Биологические основы и научно-методические принципы селекции суданской травы и сои в лесостепи ЦЧР России [Текст] / Т.Г. Ващенко: Автореф. ... дис. ... д-ра с.-х. наук. – Воронеж, 2004. – 47 с.
3. Гулидова В.А. Изучение сортов сои в условиях Липецкой области [Текст] / В.А. Гулидова, Л.А. Ващенко // Зерновые культуры. – 1996. - № 3. С. 20.
4. Кадыров С.В. Урожайность сортов сои в зависимости от удобрений и инокуляции семян [Текст] / С.В. Кадыров // Соя и другие бобовые культуры Центрального Черноземья. – Воронеж, 2001. – С. 107-109.
5. Лихачев В.К. Экологическое изучение сортов сои в Курской области [Текст] / В.К. Лихачев // Масличные культуры. – 1987. - № 6. – С. 26-27.
6. Муравьев А.А. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сортов сои [Текст] / А.А. Муравьев, А.Г. Демидова // Материалы международной научно-практической конференции Проблемы и решения современной аграрной экономики – Белгород : Белгородский ГАУ, 2017. – С 147-148.
7. Нерябов С.И. Продуктивность сортов сои в зависимости от способов возделывания на черноземных почвах Юго-Западной части ЦЧО [Текст] / С.И. Нерябов: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Белгород, 1998. – 16 с.



8. Федотов В.А. Соя в России (монография) [Текст] / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров, Т.Г. Ващенко, Н.С. Шевченко. ; под ред. В.А. Федотова и С.В. Гончарова. – М.: Агролига России, 2013. – 432 с.
9. Шевченко Н.С. Соя на Белгородчине [Текст] / Н.С. Шевченко, С.И. Смуров, Т.И. Зеленская // Земледелие. – 2010. - № 2. – С. 9-12
10. Сорты растений включенные в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию на 25.08.2020 г. [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://reestr.gossort.com/reg/main/355.html>. (дата обращения 04.03.2021 г.).

#### References

1. Demidova A.G. The influence of agrotechnical methods on the formation of elements of the structure of productivity of soybean varieties [Text] / A.G. Demidova, A.A. Muravyov // Materials of the international scientific-practical conference Problems and solutions of the modern agrarian economy - Belgorod: Belgorod State Agrarian University, 2017. - p. 147-148.
2. Vaschenko T.G. Biological foundations and scientific and methodological principles of the selection of Sudanese grass and soybeans in the forest-steppe of the Central Black Earth Region of Russia [Text] / T.G. Vaschenko: Author's abstract... .dis... of Dr. s.-kh. sciences. - Voronezh, 2004. -- 47 p.
3. Gulidova V.A. Study of soybean varieties in the Lipetsk region [Text] / V.A. Gulidova, L.A. Vaschenko // Grain crops. - 1996. - No. 3. P. 20.
4. Kadyrov S.V. Productivity of soybean varieties depending on fertilizers and seed inoculation [Text] / S.V. Kadyrov // Soybeans and other legumes of the Central Black Earth Region. - Voronezh, 2001. -- P. 107-109.
5. Likhachev V.K. Ecological study of soybean varieties in the Kursk region [Text] / V.K. Likhachev // Oilseeds. - 1987. - No. 6. - P. 26-27.
6. Muravyov A.A. Economic and bioenergy efficiency of soybean cultivation [Text] / A.A. Muravyov, A.G. Demidova // Materials of the international scientific-practical conference Problems and solutions of the modern agrarian economy - Belgorod: Belgorod GAU, 2017. - p. 147-148.
7. Neryabov S.I. The productivity of soybean varieties depending on the methods of cultivation on chernozem soils in the South-Western part of the Central Black Earth Region [Text] / S.I. Neryabov: Author's abstract. dis. Cand. s.-kh. sciences. - Belgorod, 1998. -- 16 p.
8. Fedotov V.A. Soybean in Russia (monograph) [Text] / V.A. Fedotov, S.V. Goncharov, O. V. Stolyarov, T.G. Vaschenko, N.S. Shevchenko. ; under. ed. V.A. Fedotov and S.V. Goncharova. - M. : Agroliga of Russia, 2013. -- 432 p.
9. Shevchenko N.S. Soybeans in the Belgorod region [Text] / NS Shevchenko, S.I. Smurov, T.I. Zelenskaya // Agriculture. - 2010. - No. 2. - P. 9-12
10. Plant varieties included in the State Register of Breeding Achievements approved for use on 25.08.2020 [Electronic resource]. –Access mode: <http://reestr.gossort.com/reg/main/355.html>. (date of treatment 03/04/2021).

#### Сведения об авторах

Муравьев Александр Александрович, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 30850 8-951-142-75-77 Aleksandr16\_1988@mail.ru

#### Information about the author

Muravyev Aleksander Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of Plant, selection and vegetable growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1, tel. 8-951-142-75-77 Aleksandr16\_1988@mail.ru

УДК 634.723:632.954

*С.В. Резвякова, Д.С. Юдин***ЗАЩИТА НАСАЖДЕНИЙ ЧЁРНОЙ СМОРОДИНЫ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

**Аннотация.** Целью исследований является расширение спектра отечественных гербицидов, не оказывающих фитотоксического действия на культурные растения, и определение норм их расхода для защиты насаждений смородины черной от сорных растений. Исследования проводились во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур. В качестве объекта исследования использовалась черная смородина сорта Очарование и химические средства защиты насаждений от сорных растений такие как: Арго, МЭ, Примадонна, СЭ и Унико, ККР. Почва опытного участка – темно-серая лесная среднесуглинистая. Схема посадки черной смородины 3x1 м. Расположение делянок – систематическое. Повторность опытов трехкратная. В опыте по 5 растений. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем в середине апреля. Засоренность насаждений определяли количественно-весовым методом с учетных площадок согласно «Методическим указаниям по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве» и методическим указаниями по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве (Долженко, 2013). В насаждениях черной смородины в значительной степени преобладали многолетние однодольные и двудольные сорные растения. Лучший результат получен на варианте с применением гербицида Унико, ККР с нормой расхода 1,5 л/га. Биологическая эффективность по сравнению с контролем составила 91% спустя 30 дней после обработки и 92,1% перед уборкой. Немного хуже отмечен результат на варианте с концентрацией гербицида Унико, ККР 1,25 л/га. Однако биологическая эффективность на данном варианте была достаточно высокой и составила 84,3%, что превышает данный показатель по гербицидам Арго, МЭ и Примадонна, СЭ.

**Ключевые слова:** смородина черная, гербициды, сорные растения, биологическая эффективность.

**PROTECTION OF BLACKCURRANT PLANTINGS FROM WEEDS**

**Annotation.** The aim of the research is to expand the range of domestic herbicides that do not have a phytotoxic effect, and to determine the norms of their consumption to protect black currant plantations from weeds. The research was conducted at the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. As the object of the study, black currant varieties Charm and chemical means of protecting plantings from weeds Argo, ME, Prima Donna, SE and Unico, KKR were used. The soil of the experimental site is dark gray forest medium loamy. Scheme of planting black currant 3x1 m. The location of the plots is systematic. The repetition of experiments is three-fold. In the experiment, 5 plants each. The treatment was carried out with a satchel sprayer in mid-April. The infestation of plantings was determined by the quantitative and weight method from the registration sites according to the "Guidelines for field testing of herbicides in crop production" and the guidelines for field testing of herbicides in crop production (Dolzenko, 2013). The blackcurrant plantings were largely dominated by perennial monocotyledonous and dicotyledonous weeds. The best result was obtained on the variant with the herbicide Unico, KKR with a consumption rate of 1.5 l / ha. The biological efficacy compared to the control was 91% 30 days after treatment and 92.1% before harvesting. The result was slightly worse in the variant with the concentration of the herbicide Unico, KCR 1.25 l / ha. However, the biological effectiveness of this variant was quite high and amounted to 84.3%, which exceeds this indicator for the herbicides Argo, ME and Prima Donna, SE.

**Key words:** black currant, herbicides, weeds, biological efficiency.

**Введение.** Смородина чёрная (*Ribes nigrum*) – одна из самых распространённых ягодных культур в отечественном и зарубежном садоводстве. Она по праву пользуется большой популярностью благодаря не только высокой продуктивности, скороплодности, неприхотливости возделывания, простоте и быстроте коэффициенту размножения, но и в связи с высокой витаминной ценностью плодов [1-3]. Включает 150 видов и является одним из наиболее широко распространённых кустарников в мире. Родиной чёрной смородины считается центральная и северная Европа, а также северная Азия. Это самая высокотехнологичная культура из всех плодовых, все операции по её возделыванию кроме санитарной обрезки, механизированы [4]. На начало 2018 года в Госреестр селекционных достижений передано 293 сорта смородины чёрной, из них 26 сортов селекции ВНИИСПК, районировано 190 сортов в том числе 13 сортов селекции ВНИИСПК [1, 5, 6].

Благоприятные условия Центральной Чернозёмной зоны способствуют развитию сорной растительности в насаждениях плодовых и ягодных культур, в том числе и чёрной смородины. Сорняки снижают не только урожайность и качество продукции, но и затрудняют работу по уходу за ними. Борьба с сорной растительностью необходима также в питомниках по размно-

жению черной смородины. Данному вопросу в последнее время уделяют недостаточно внимания. Затеняя почву, сорняки понижают её температуру на 1-4°C, являются конкурентами в отношении элементов питания, влаги, освещенности. В засоренных посадках развиваются грибные болезни и вредители [7]. При этом активность жизненно важных процессов культурных растений понижается, отмечается снижение роста и продуктивности. Систему борьбы с сорняками составляют агротехнические мероприятия, однако в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства данные методы борьбы становятся менее эффективными, поэтому широкое распространение получил химический метод на основе использования гербицидов.

**Целью** настоящих исследований является расширение спектра отечественных гербицидов, не оказывающих фитотоксического действия, и определение норм их расхода для защиты насаждений смородины черной от сорных растений.

**Материалы и методы.** Исследования проводились во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур. В качестве объекта исследования использовалась черная смородина сорта Очарование и химические средства защиты насаждений от сорных растений Арго, МЭ, Примадонна, СЭ и Унико, ККР. Почва опытного участка – темно-серая лесная среднесуглинистая. Схема посадки черной смородины 3x1 м. Расположение делянок – систематическое. Повторность опытов трехкратная. В опыте по 5 растений. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем в середине апреля. Засоренность насаждений определяли количественно-весовым методом с учетных площадок согласно «Методическим указаниям по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве» и методическим указаниями по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве [7].

#### *Краткая характеристика гербицидов*

*Арго, микроэмульсия.* Системный гербицид для борьбы с однолетними злаковыми сорняками. Действующие вещества: Клодинафоп-пропаргил, 24 г/л, Мефенпир-диэтил, 30 г/л и Феноксапроп-П-этил, 80 г/л. Класс опасности для человека 2.

*Примадонна, суспензионная эмульсия.* Гербицид системного действия, предназначенный для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорняками. Действующие вещества: 2,4-Д (2-этилгексилэтиловый эфир), 200 г/л и Флорасулам, 3,7 г/л. Уничтожает трудноискоренимые виды сорняков, такие как подмаренник цепкий, ромашка непахучая, бодяк полевой, осот желтый и другие. Класс опасности для человека 2.

*Унико, концентрат коллоидного раствора.* Гербицид системного действия для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорняками. Действующие вещества: Флорасулам, 2,5 г/л и Флуороксибир, 100 г/л. Класс опасности для человека 3. Производитель заявляет 100% контроль трудноискоренимых сорняков, таких как подмаренник цепкий, гречишка вьюнковая, вьюнок полевой.

Все эти гербициды рекомендованы к использованию на зерновых культурах. При выборе доз гербицидов руководствовались регламентами применения в сельском хозяйстве.

**Результаты.** В нашем опыте в насаждениях черной смородины в значительной степени преобладали многолетние однодольные и двудольные сорные растения. Среди однодольных выявлены пырей ползучий и овсюг. Среди двудольных отмечены вьюнок полевой, золотарник обыкновенный, осот полевой, бодяк полевой, пижма обыкновенная, сурепка обыкновенная, подорожник большой.

Анализ данных таблицы 1 показал, что наибольшее количество сорных растений через 30 дней после обработки отмечено на контроле - 220 шт./м<sup>2</sup>, а наименьшее на варианте с гербицидом Арго с нормой расхода 1л/га - 91 штука, т.е. меньше на 58,6%.

**Таблица 1 – Засоренность насаждений черной смородины в связи с применением разных доз гербицида Арго, МЭ**

Варианты	Количество сорняков									
	До обработки		Через 30 дней после обработки				Перед уборкой			
	Количество		Количество		Сухая масса сорняков		Количество		Сухая масса сорняков	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Контроль	99	100	220	100	360	100	198	100	500	100
Арго, МЭ 0,7л/га	100	101	107	48,6	100	27,7	72	36,3	140	28
Арго, МЭ 0,85л/га	98	97	106	48,1	80	22	51	25,7	140	28
Арго, МЭ 1л/га	95	94	91	41,3	80	22	47	23,7	140	28
НСР <sub>05</sub>	-	-	9,8	-	10,2	-	8,7	-	11,3	-

По показателям общий сухой и сырой вес прослеживается аналогичная закономерность. Сухая масса сорняков уменьшилась с 360 до 80 г/м<sup>2</sup>. Перед уборкой ягод максимальное количество сорняков было на контрольном варианте - 198 шт./м<sup>2</sup>. На варианте с обработкой Арго, МЭ 1л/га снижение их количества составило 76,3%. Сухая масса при этом уменьшилась на 72%.

Анализ данных таблицы 2 показал, что наибольшее количество сорняков через 30 дней после обработки гербицидом Примадонна, СЭ было на контроле - 109 шт./м<sup>2</sup>. На варианте с нормой расхода 0,9 л/га их количество уменьшилось на 64,3%. Сухая масса составила всего 11,1% по сравнению с контролем.

Аналогичный результат по засоренности черной смородины получен и перед уборкой урожая. Наибольшее количество сорняков выявлено на контроле - 88 шт./м<sup>2</sup>, наименьшее – на варианте с гербицидом Примадонна с нормой 0,9 л/га - 22 шт./м<sup>2</sup>, т.е. на 75% меньше. В результате сухая масса сорняков составила 3,7% относительно контроля.

**Таблица 2 - Засоренность насаждений черной смородины в связи с применением разных доз гербицида Примадонна, СЭ**

Варианты	Количество сорняков шт.									
	До обработки		Через 30 дней после обработки				Перед уборкой			
	Количество		Количество		Сухая масса сорняков		Количество		Сухая масса сорняков	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Контроль	49	100	109	100	180	100	88	100	540	100
Примадонна, СЭ 0,6л/га	48	97,9	67	61,4	160	88,8	33	37,5	40	7,4
Примадонна, СЭ 0,75л/га	46	93,8	55	50,4	20	11,1	28	31,8	20	3,7
Примадонна, СЭ 0,9л/га	50	102	39	35,7	20	11,1	22	25,0	20	3,7
НСР <sub>05</sub>	-	-	9,4	-	10,8	-	8,2	-	9,6	-

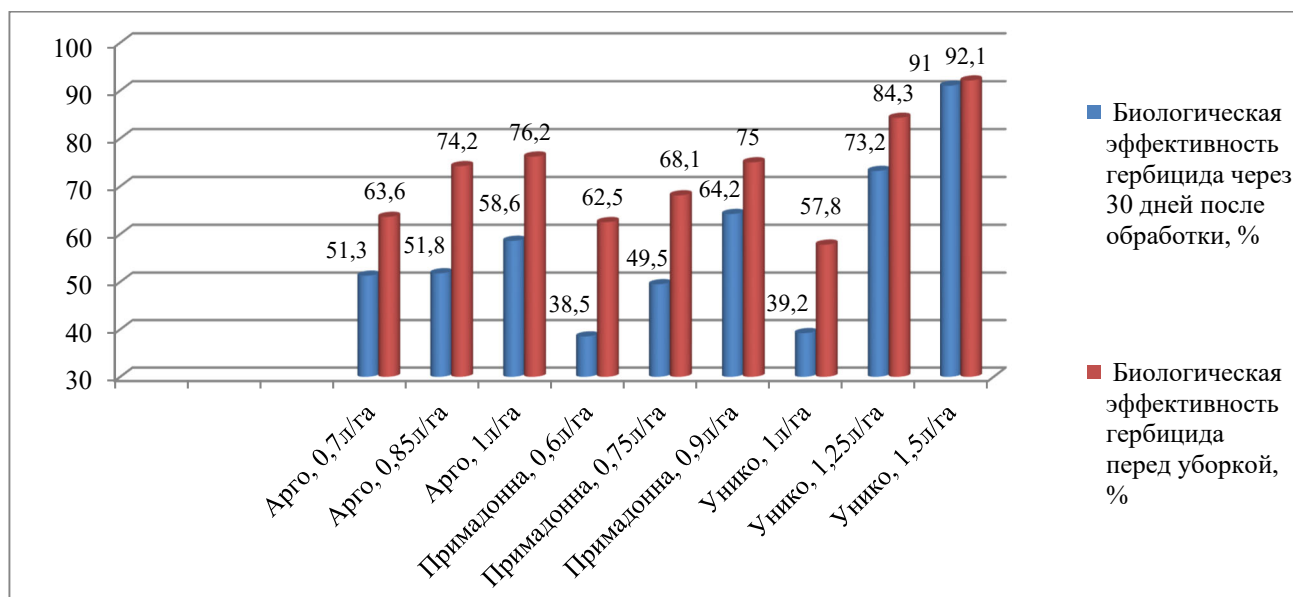
В таблице 3 представлены результаты по испытанию разных доз гербицида Унико, ККР. При использовании этого препарата с нормой расхода 1,5 л/га количество сорняков через 30 дней после обработки было минимальным - 5 шт./м<sup>2</sup>. На контрольном варианте - 56 шт./м<sup>2</sup>. Количество погибших сорных растений в результате действия гербицида составило 91,1%. Сухая масса сорняков составила 8,3%.

Перед уборкой количество сорняков на варианте с гербицидом Унико, ККР с нормой расхода 1,5 л/га сократилось на 92,2%, с 64 до 5 шт./м<sup>2</sup>. Сухая масса их составила 2,8% по сравнению с контролем.

**Таблица 3 – Засоренность насаждений черной смородины в связи с применением разных доз гербицида Унико, ККР**

Варианты	Количество сорняков шт.									
	До обработки		Через 30 дней после обработки				Перед уборкой			
	Количество		Количество		Сухая масса сорняков		Количество		Сухая масса сорняков	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Контроль	25	100	56	100	120	100	64	100	350	100
Унико, ККР 1л/га	25	100	34	60,7	20	16,6	27	42,1	140	40
Унико, ККР 1,25л/га	26	104	15	26,7	20	16,6	10	15,6	10	2,8
Унико, ККР 1,5л/га	23	92	5	8,9	10	8,3	5	7,8	10	2,8
НСР <sub>05</sub>	-	-	8,7	-	7,9	-	7,6	-	10,8	-

На рисунке 1 представлены результаты по биологической эффективности гербицидов и доз их использования. Биологическая эффективность гербицида Арго, МЭ с нормой расхода 1л/га через месяц после обработки составила в сравнении с контролем 58,6%, перед уборкой повысилась до 76,2%.



**Рис. 1 – Биологическая эффективность гербицидов и их доз**

Биологическая эффективность на варианте с гербицидом Примадонна, СЭ в дозе 0,9 л/га в сравнении с контролем составила 64,2% через 30 дней после обработки. Перед уборкой данный показатель повысился до 75%.

Лучший результат получен на варианте с гербицидом Унико, ККР с нормой расхода 1,5 л/га. Биологическая эффективность по сравнению с контролем составила 91% спустя 30 дней после обработки и 92,1% перед уборкой.

Немного хуже отмечен результат на варианте с концентрацией гербицида Унико, ККР 1,25 л/га. Однако биологическая эффективность на данном варианте была достаточно высокой и составила 84,3%, что превышает данный показатель по гербицидам Арго, МЭ и Примадонна, СЭ.

**Заключение.** Таким образом, целенаправленное проведение исследований позволило выявить среди всех вариантов наиболее эффективный гербицид и дозы против сорной растительности в насаждениях черной смородины. Предварительные результаты показали возможность использования изученных гербицидов на плантации черной смородины. Ни на одном варианте не

отмечено фитотоксического действия в отношении культуры. Более высокую биологическую эффективность гербицида Унико, ККР по сравнению с Арго, МЭ и Примадонной, СЭ можно объяснить преобладающим видовым составом сорных растений, а именно, многолетними одно- и двудольными видами. Преимуществом данного препарата по сравнению с двумя другими является также более низкий класс опасности для человека – 3, что соответствует требованиям экологизации отрасли садоводства и производства экологически безопасной продукции.

#### Библиография

1. Бахотская А.Ю., Князев С.Д. Устойчивые к биотическим факторам сорта смородины чёрной – основа высокопродуктивных агроценозов // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 19. С. 87-90.
2. Шавыркина М.А., Князев С.Д. Оценка образцов смородины чёрной по морфоструктурным компонентам продуктивности // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (56). С. 46-50.
3. Петрова С.Н., Кузнецова А.А. Состав плодов и листьев смородины чёрной *Ribes nigrum* (обзор) // Химия растительного сырья. 2014. № 4. С. 43-50.
4. Сазонова И.Д. Ягодные культуры как сырьё для технической переработки // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. Краснодар. 2018. Т. 20. С. 40-44.
5. Сазонов Ф.Ф., Луцко В.П. Достижения и перспективы селекции чёрной смородины на Кокинском опорном пункте ФГБНУ ВСТИСП / Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2019. Т. 148. С. 217-227.
6. Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф., Андропова Н.В. Новые сорта ягодных культур для Центрального региона России // Садоводство и виноградарство. 2017. №1 С. 31-38.
7. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. Российская академия с.-х. наук. Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений. СПб. 2013. 280 с.

#### Bibliography

1. Bakhotskaya A. Yu., Knyazev S. D. Resistant to biotic factors varieties of black currant-the basis of highly productive agrocenoses // Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, viticulture, winemaking. 2018. Vol. 19. pp. 87-90.
2. Shavyrkinina M. A., Knyazev S. D. Evaluation of black currant samples by morphostructural components of productivity // Bulletin of the Orel State Agrarian University. 2015. No. 5 (56). pp. 46-50.
3. Petrova S. N., Kuznetsova A. A. Composition of fruits and leaves of black currant *Ribes nigrum* (review) // Chemistry of plant raw materials. 2014. No. 4. pp. 43-50.
4. Sazonova I. D. Berry cultures as raw materials for technical processing // Scientific works of the North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, viticulture, winemaking. Krasnodar. 2018. Vol. 20. p. 40-44.
5. Sazonov F. F., Lushcheko V. P. Achievements and prospects of black currant breeding at the Kokinsky reference point of the FGBNU ESTISP / Collection of scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden. 2019. Vol. 148. pp. 217-227.
6. Evdokimenko S. N., Sazonov F. F., Andronova N. V. New varieties of berry crops for the Central region of Russia. 2017. No. 1 p. 31-38.
7. Dolzhenko V. I. Methodological guidelines for registration tests of herbicides in agriculture. Russian Academy of Agricultural Sciences. All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg. 2013. 280 p.

#### Сведения об авторах

Резвякова Светлана Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, lana8545@yandex.ru

Юдин Дмитрий Сергеевич, аспирант ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», 302019, г. Орёл, Генерала Родина ул., 69.

#### Information about the authors

Rezvyakova Svetlana V., doctor of agricultural Sciences, associate Professor, head of the department of plant protection and ecotoxicology, lana8545@yandex.ru

Yudin Dmitry S., PhD student Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin, 302019, Orel, General Rodina str., 69.

УДК: 635.652:631.5 (470.325)

*В.А. Сергеева, Л.В. Волощенко, А.В. Игнатова, С.Ю. Пенской, М.Н. Мырмыр*

## АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ НА СЕМЕНА В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В условиях полевых производственных опытов, проведенных в 2019-2020 гг. на черноземе типичном в ИП КФХ Волощенко Л.В. было проведено сортоизучение фасоли овощной при возделывании на семена. Установлено, что уровень урожайности изучаемых сортов фасоли находился в прямой зависимости от условий вегетации, которые за период проведения опытов были довольно различными.

Установлена зависимость влияния условий года на длину вегетационного периода изучаемых сортов фасоли. Так, в засушливом 2019 году растения всех сортов развивались ускоренно, и вегетация по сравнению с 2020 годом сокращалась на 4-7 суток. В среднем за два года длина вегетационного периода изменялась от 87 до 94 суток, среднесортная составила 90 суток. Сложившиеся неблагоприятные условия вегетации по-разному влияли на сохранность растений к моменту уборки урожая, так наименьшей сохранность была у сорта Черный опал–87,6 %, наилучшей у сорта Золотая принцесса – 98,6% среднесортная сохранность составила 93,0%.

Выявлены закономерности формирования линейного роста растений сортов фасоли овощной. В начальные фазы развития сортовые различия были незначительными, в последующие фазы увеличивались. В фазу образование бобов все сорта фасоли формировали максимальную высоту, которая варьировала от 42,5 см до 57,9 см, при этом межсортовые различия были хорошо различимы от 4,2 см до 15,4 см.

При анализе урожайности в производственных опытах по сортоизучению в среднем за 2019-2020 гг. наблюдали определенные закономерности: у всех сортов была получена урожайность выше стандарта, прибавки изменялись от 0,21 т/га до 0,61 т/га или от 42 % до 122 %. Максимальную урожайность обеспечил сорт Золотая принцесса – 1,11 т/га

Лучшие показатели экономической эффективности при возделывании фасоли в ИП КФХ Волощенко Л.В. в среднем за два года были обеспечены сортом Золотая принцесса, стоимость продукции которого с гектара составила 111 тыс.руб., а прибыль и уровень рентабельности 65025 руб. и 141,4 %.

**Ключевые слова:** фасоль овощная, агротехника, сорта, линейный рост, площадь листового аппарата, урожайность, экономическая эффективность.

## AGROTECHNICS OF CULTIVATION OF VEGETABLE BEANS FOR SEEDS IN THE CONDITIONS OF THE BELGOROD REGION

**Abstract:** In the conditions of field production experiments conducted in 2019-2020 on typical chernozem in IP KFH Voloshchenko L.V. a variety study of vegetable beans when cultivated for seeds was carried out. It was found that the level of productivity of the studied varieties of beans was in direct dependence on the conditions of the growing season, which during the period of the experiments was quite different. The dependence of the influence of the conditions of the year on the length of the growing season of the studied bean varieties has been established. So in the dry year of 2019, plants of all varieties developed at an accelerated rate and the growing season, compared to 2020, was reduced by 4-7 days. On average, over two years, the length of the growing season varied from 87 to 94 days, the average varietal length was 90 days. The prevailing unfavorable growing conditions influenced the safety of plants at the time of harvest in different ways, so the least safety was in the Black Opal variety - 87.6%, the best in the Golden Princess variety – 98,6 %; the average safety was 93,0%. Regularities of the formation of linear growth of plants of vegetable beans varieties were revealed; in the initial phases of development, varietal differences were insignificant, in subsequent phases they increased. During the bean formation phase, all bean varieties formed a maximum height, which varied from 42,5 cm to 57,9 cm, while the intervarietal differences were clearly distinguishable from 4,2 cm to 15,4 cm. When analyzing the yield in production experiments for variety study, on average for 2019-2020. certain patterns were observed: for all varieties the yield was higher than the standard, the increments varied from 0,21 tons per hectare to 0,61 tons per hectare, or from 42% to 122%. The maximum yield was provided by the Golden Princess variety – 1,11 tons per hectare. The best indicators of economic efficiency in the cultivation of beans in IP KFH Voloshchenko L.V. on average for two years, they were provided with the Golden Princess variety, the cost of production of which per hectare was 111 thousand rubles, and the profit and the level of profitability were 65025 rubles and 141,4%.

**Keywords:** vegetable beans, agricultural technology, varieties, linear growth, leaf area, yield, economic efficiency.

**Введение.** В структуре посевных площадей среди овощных культур в Российской Федерации фасоль овощная занимает особое место. Это связано со значительным распространением её на территории в основном благодаря адаптивности популярных на сегодняшний день сортов.

Несмотря на это среднегодовая площадь посева фасоли овощной в России не более пяти тысяч гектар. Это объясняется недостаточно развитой культурой потребления и недооцененным биохимическим составом семян фасоли. Чего нельзя сказать о зарубежных странах, где роль этой ценной овощной культуры достаточно весома и актуальна в здоровом питании человека [1,4].

Полезные свойства фасоли овощной обусловлены богатым биохимическим составом. Особое свойство определяют белки, состав которых близок к животному белку, присутствуют также минеральные соли кальция, железа, значительное количество витаминов и других веществ [2,3].

Накопление белка в семенах зависит как от множества внешних факторов, так и от биологических особенностей фасоли овощной. Большинство современных сортов — это теплолюбивые растения (САТ 1500-2000<sup>0</sup>С), предъявляют довольно высокие требования к почвенному плодородию и наличию доступной влаги в почве (60-70 % считается оптимальной), но и переизбыток влаги при пониженной температуре отрицательно сказывается на продуктивности фасоли, провоцируя проявление болезней [3,6].

В современных экологически ориентированных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур приоритет отдается использованию биологических резервов для увеличения урожайности. В этой связи, применение инокуляции семян бобовых культур, способствующей фиксации биологического азота и максимальной реализации потенциала урожайности, является весьма актуальным агротехническим приемом [5,7].

Система обработки почвы и система удобрений идентичны технологии возделывания гороха, но с учетом планируемой урожайности, плодородия почвы и кислотности рекомендуется вносить расчетное количество удобрений. Для устранения дефицита питательных элементов и получения хорошего уровня урожайности важно провести некорневые подкормки в период всходов и перед цветением. При выращивании фасоли на семена её высевают с междурядьем 30-45 см с целью не только оптимизации площади питания, но и для проведения последующих нескольких рыхлений междурядий при формировании 2-3 тройчатых листьев и перед цветением [1,2].

При выращивании детерминантных сортов с высотой прикрепления бобов 10-12 см возможно проведение уборки прямым комбайнированием.

Одной из актуальных проблем сдерживающих производство семян овощной фасоли и увеличения её посевных площадей считается технология выращивания. В условиях орошения она вполне апробирована, изучена и распространена повсеместно, но на богарных условиях, особенно в разных климатических зонах, изучена не достаточно [1,2].

Климатические условия лесостепи ЦЧР позволяют производить посев скороспелых современных сортов фасоли овощной, но в условиях производства возникают трудности с выбором сорта. Выявлению основных хозяйственных особенностей сортов фасоли из года в год препятствуют частые засухи, которые совпадают с периодом цветения и формирования бобов. Поэтому одинаковый подход к технологии выращивания фасоли овощной на семена необходимо исключить, так как для каждого сорта приходится применять разные агротехнические приемы в зависимости от текущего состояния посевов.

**Целью** наших исследований являлось выявить и рекомендовать для региона наиболее адаптированные сорта фасоли овощной при выращивании на семена в условиях богары обеспечивающие получение стабильного урожая и высокой экономической эффективности в условиях ИП КФХ Волощенко Л.В. Белгородского района Белгородской области. Провести оценку продукционного процесса растений сортов фасоли овощной, динамики площади листьев, особенностей формирования урожайности и экономической эффективности возделывания изучаемых сортов в условиях Белгородской области.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальную работу проводили в 2019-2020 гг. в условиях ИП КФХ Волощенко Л.В. Белгородского района Белгородской области. Объектами исследования был ряд раннеспелых сортов фасоли обыкновенной (овощной): Эскалто, Черный опал, Золотая сакса и Золотая принцесса.



Сорт *Эскалто* – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в различных почвенно-климатических условиях. Рекомендуются для использования в кулинарии. Сорт раннеспелый. Растение кустовое. Листья среднего размера, морщинистые. Цветки мелкие и среднего размера, белые. Бобы в технической спелости слабоизогнутые, без пергаментного слоя и волокна, зеленые, средней длины, узкие, на поперечном сечении округлые, верхушка тупая, клювик средней длины. Высота прикрепления нижних бобов 8-11 см. Масса 100 бобов 511 г. Вкусовые качества продукции отличные. Семена эллиптические, белые с жилкованием слабой интенсивности, мелкие и среднего размера. Масса 1000 семян 260 г. Товарная урожайность бобов 2,4 кг/м<sup>2</sup> [7].

Сорт *Черный опал* – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в различных почвенно-климатических условиях. Рекомендуются для использования в кулинарии. Раннеспелый сорт. Растение кустовое, средней высоты. Листья слабоморщинистые, среднего размера. Цветок фиолетовый, среднего размера. Бобы в технической спелости зеленые, длинные, узкие, слабоизогнутые, на поперечном сечении округлые, без пергаментного слоя и волокна, клювик боба длинный. Высота прикрепления нижних бобов 25-30 см. Масса 100 бобов 550 г. Вкусовые качества продукции хорошие. Семена среднего размера, эллиптические, черные, жилкование слабое. Масса 1000 семян 300 г. Товарная урожайность бобов - 1,9 кг/м<sup>2</sup> [7].

Сорт *Золотая сакса* – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в различных почвенно-климатических условиях. Рекомендуются для использования в кулинарии и консервирования. 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].

Сорт *Золотая принцесса* – включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в различных почвенно-климатических условиях. Рекомендуются для использования в кулинарии. Сорт среднеранний. Растение кустовое, средней высоты. Листья зеленые, среднего размера, слабоморщинистые. Цветки белого цвета. Бобы в технической спелости изогнутые, без пергаментного слоя и волокна, светло-желтые, средней длины, средней ширины, на поперечном сечении сердцевидные, верхушка заостренная, клювик длинный. Высота прикрепления нижних бобов 17-20 см. Масса 100 бобов 500-520 г. Вкусовые качества продукции отличные. Семена почковидные, белые с жилкованием средней интенсивности, мелкие и среднего размера. Товарная урожайность бобов 1,0-2,1 кг/м<sup>2</sup> [7].

Исследования оценки продукционного процесса растений сортов фасоли овощной проводили в условиях производственного опыта, размещенного на площади 4 га. Почва опытного участка - чернозем типичный, среднемощный, тяжелосуглинистый, рН солевой вытяжки - 6,7, содержание гумуса в пахотном слое - 4,54 %, содержание легкогидролизующего азота - 137,2 мг/кг, подвижного фосфора - 138,0 мг/кг, обменного калия - 126,0 мг/кг.

Каждый сорт был посеян на площади 1 га площадь делянки 250 м<sup>2</sup> учетная 200 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. 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 2 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, внесение гербицида сплошного действия Тотал, ВР – 3 л/га за 3 недели до посева МТЗ-82,1 + ОРГ 800 расход рабочего раствора 200 л/га. Предпосевную культивацию проводили двукратно на глубину 5-7 см МТЗ-82,1 + Екіw 3,6. Перед посевом за 3 недели семена протравливали ПС-15 препаратом Максим ХL, КС – 1,5 л/т семян, с последующей предпосевной инокуляцией *Rhizobium phaseoli* с применением биопротектора. Посев проводили одновременно с внесением 2 ц аммиачной селитры в третьей декаде мая МТЗ-82,1 + СЗ-3,6 глубина заделки семян 4-5 см, междурядье 30 см, норма высева 670 тыс. шт. всхожих семян на 1 га.

Через 2-3 дня после посева вносили смесь почвенных гербицидов Гонор, КС – 3,5 л/га в смеси с Серп, ВРК – 0,5 л/га МТЗ-82,1 + ORG 800 расход рабочего раствора 250 л/га. По мере появления злаковых сорняков применяли гербицид Лемур, КЭ – 1,5 л/га. В фазе 3-4 тройчатых листа и через 10 суток повторно проводили листовую подкормку Нертус Фотосинтез – 2 л/га + Нертус Zn – 2,0 л/га. С целью профилактики болезней в фазу бутонизации растения сортов фасоли опрыскивали фунгицидом Титул Дуо, ККР – 0,3 л/га, после цветения с целью борьбы с вредителями посеvy фасоли опрыскивали однократно инсектицидом Эфория, КС – 0,2 л/га.

Полевой опыт сопровождали наблюдениями, учетами и анализами:

- определение высоты растений - на 25 растениях с каждой делянки вариантов опыта по фазам развития;
- урожай — путем поделяночной уборки и взвешивания семян со всей делянки, с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность;
- расчет экономической эффективности - с использованием нормативов и расценок, действовавших в 2019-2020 гг;
- достоверность результатов исследований - методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

**Результаты исследований.** Климатические условия в годы проведения производственных опытов имели довольно значительные различия, как по обеспеченности теплом, так и по количеству осадков. В 2019 году вегетация растений сортов фасоли проходила при достаточной теплообеспеченности и дефиците осадков на протяжении всего вегетационного периода, что, естественно, сказалось крайне неблагоприятно на продуктивности всех сортов фасоли. Условия 2020 вегетационного года были теплее на 2,8<sup>0</sup>С, но, несмотря на высокие средние температуры воздуха, осадков выпало больше среднемноголетней нормы на 89 мм, а в сравнении с 2019 годом больше на 54 мм за вегетацию фасоли.

Распределение осадков в период вегетации 2019 года было неравномерным, больший их дефицит отмечался в начальные периоды роста растений сортов фасоли (до бутонизации), в период налива семян их количество увеличилось за – 7 суток выпало 6,8 мм. В 2020 году, наоборот, в период всходов и до бутонизации растений фасоли количество осадков было значительно больше, чем в аналогичный период 2019 года на 18,7 мм.

В среднем за два года исследований климатические условия соответствующим образом влияли на динамику развития и величину урожая всех изучаемых сортов фасоли. При этом продолжительность периодов развития растений фасоли: «всходы-созревание» и «посев-созревание» четко отражали реакцию на условия вегетации, а также типичные сортовые особенности растений, которые соответствуют заявленным оригинаторами сортов (табл.1).

**Таблица 1 – Продолжительность периодов «всходы-созревание» и «посев-созревание» у сортов фасоли овощной, суток в среднем за 2019-2020 гг.**

Сорт	Всходы-созревание	Посев-созревание
Эскалто, St	87	92
Золотая сакса	89	97
Черный опал	91	97
Золотая принцесса	94	97
В среднем по сортам	90	96

По результатам полученных учетных данных в опыте проанализированы общие закономерности продолжительности вегетационных периодов сортов фасоли. В менее благоприятном по обеспеченности влагой 2019 году вегетация была меньше в среднем по сортам на 4-7 суток по отношению к 2020 году.

В среднем за 2019-2020 гг. продолжительность периода «всходы-созревание» изменялась от 87 суток у сорта Эскалто до 94 суток у сорта Золотая принцесса, в среднем по сортам продолжительность данного периода составила 90 суток, что соответствует группе спелости. Период «посев-созревание» сохранил аналогичную сортовую динамику, как и в периоде «всходы-созревание», изменчивость по сортам составила 92 до 97 суток, в среднем по сортам 96 суток.

Условия вегетационных периодов сортов фасоли оказывали влияние на сохранность растений в течение вегетации учеты проводили на момент уборки. Следует отметить, что лучшей сохранностью растений характеризовались все сорта фасоли в 2020 году, несколько хуже в 2019 году (табл. 2).

**Таблица 2 – Густота и выживаемость растений сортов фасоли, шт./м<sup>2</sup> 2019-2020 гг.**

Сорт	Повторность				Среднее	Осталось к уборке	
	I	II	III	IV		шт./м <sup>2</sup>	%
Эскалто, St	59	62	62	64	61,8	58,4	94,6
Золотая сакса	59	63	65	64	62,8	57,5	91,6
Черный опал	67	63	67	66	65,8	57,6	87,6
Золотая принцесса	62	64	62	61	62,3	61,4	98,6
Среднее	61,8	63,0	64,0	63,8	63,1	58,7	93,0

Густота растений сортов фасоли по вариантам опыта в среднем за 2019-2020 гг. составила 63,1 шт./м<sup>2</sup>, а на время уборки количество растений было меньшим 58,7 шт./м<sup>2</sup>, в связи с чем среднесортная сохранность составила 93,0 %. Наименьшая выживаемость растений получена при возделывании сорта Черный опал – 87,6 %, что меньше стандарта на 7%. Растения фасоли сорта Золотая сакса также имели выживаемость меньше, чем у сорта Эскалто (стандарта) на 3 % их выживаемость составила 91,6 %. Лучшая выживаемость растений фасоли отмечена у сорта Золотая принцесса – 98,6 %, больше, чем у сорта Эскалто (94,6%) на 4 %. Полученные данные позволяют сделать предварительный вывод о ценности изучаемых сортов в различных условиях вегетационных периодов.

Одним из основных показателей реакции растений на условия произрастания является величина их линейного роста. В наших опытах такие учеты были предусмотрены по фазам развития растений сортов фасоли. Линейный рост зависел как от условий года, так и от изучаемого сорта фасоли, и в разрезе сортов был наименьшим в менее благоприятном 2019 году – максимальная среднесортная высота в фазу образования бобов составила 43,2 см. В 2020 году в эту же фазу среднесортная высота растений была на 14,3 см больше и составила 57,5 см. В среднем за 2019-2020 гг. высота растений сортов фасоли в опыте изменялась по фазам развития была минимальной в фазу стеблевания, а максимальной в фазу образование бобов (табл.3).

**Таблица 3 – Линейный рост растений сортов фасоли, см 2019-2020 гг.**

Сорт	Среднее на одно растение, см				
	стеблевание	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Эскалто, St	12,5	16,1	24,8	34,9	42,5
Золотая сакса	13,2	17,2	25,6	36,4	46,7
Черный опал	13,5	16,7	25,4	37,9	52,4
Золотая принцесса	14,2	18,2	28,5	41,6	57,9
В среднем по сортам	13,4	17,1	26,1	37,7	49,9

Во все фазы развития растений фасоли все сорта формировали высоту больше, чем стандартный сорт Эскалто. В фазу стеблевания отличие линейного роста в сравнении со стандартом варьировало от 0,7 см до 1,7 см, из трех сортов кроме стандарта наименьшую высоту сформировал сорт Золотая сакса 13,2 см. В последующие фазы развития растений сортов фасоли сохранилась аналогичная динамика различий в их линейном росте. Максимальная высота растений у всех сортов фасоли получена в фазу образования бобов, она изменялась в среднем за 2019-2020 гг. от 42,5 см до 57,9 см. Различия в высоте растений фасоли между сортами составляли 4,2-15,4 см. Наименьший линейный рост отмечен в эту фазу у сорта Эскалто – 42,5 см, наибольший у сорта Золотая принцесса – 57,9 см.

Линейный прирост растений сортов фасоли позволил определить динамику высоты в межфазные периоды, что позволило сделать заключение об интенсивности роста растений сортов фасоли в зависимости от условий вегетации. В межфазный период нарастание листьев-ветвление прирост высоты по сортам был неодинаковым и изменялся от 3,6 см до 4,0 см, в период

ветвление-бутонизация от 8,4 см до 10,3 см. Более интенсивный линейный прирост был установлен в межфазный период бутонизация-цветение от 10,1 см до 13,1 см, был больше, чем в предыдущий период, на 1,4-2,8 см, это объясняется условиями вегетации и биологическими особенностями сортов фасоли. В межфазный период цветение-образование бобов у сортов Эскалто и Золотая сакса линейные приросты были меньше, чем в предыдущий межфазный период на 0,5 и 2,5 см соответственно, а у сортов Черный опал и Золотая принцесса приросты были больше на 2 и 3,2 см.

В задачи производственного опыта входило выявить особенности формирования ассимилирующей поверхности растений сортов фасоли. Площадь листового аппарата в среднем за 2019-2020 гг. находилась в прямой зависимости от условий года и сорта (табл. 4).

**Таблица 4 – Площадь листьев растений сортов фасоли по фазам развития, тыс.м<sup>2</sup>/га 2019-2020 гг.**

Сорт	Фазы развития				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Эскалто, St	2,4	4,3	8,6	12,0	13,2
Золотая сакса	2,8	5,1	9,4	12,7	14,9
Черный опал	2,8	5,7	9,7	13,6	14,3
Золотая принцесса	3,2	6,2	10,2	13,9	15,7
В среднем по сортам	2,8	5,3	9,5	13,1	14,5

В среднем по сортам наименьшей площадью листьев была в фазу нарастания листьев 2,8 тыс.м<sup>2</sup>/га, максимальную площадь листьев в эту фазу сформировал сорт Золотая принцесса 3,2 тыс.м<sup>2</sup>/га. Наибольшее увеличение площади листового аппарата у всех сортов отмечалось в фазу цветение в сравнении с фазой бутонизации от 3,4 тыс.м<sup>2</sup>/га до 3,7 тыс.м<sup>2</sup>/га, растения в эту фазу имели хорошую облиственность. Максимальная площадь листьев была сформирована у всех сортов фасоли в фазу образование бобов и варьировала от 13,2 тыс.м<sup>2</sup>/га до 15,7 тыс.м<sup>2</sup>/га, в среднем по сортам составила 14,5 тыс.м<sup>2</sup>/га, максимальную площадь листьев формировал сорт Золотая принцесса 15,7 тыс.м<sup>2</sup>/га, что выше стандарта на 2,5 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Интегральным показателем эффективности возделывания любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и фасоли, является урожайность. Её величина отражает особенности сорта, влияние внешних факторов на его адаптационную способность к неблагоприятным условиям, а также отзывчивость на улучшение условий вегетации. В наших опытах уровень урожайности фасоли зависел от условий вегетационного периода и сорта (табл. 5).

**Таблица 5 – Урожайность сортов фасоли в условиях ИП КФХ Волощенко Л.В., т/га 2019-2020 гг.**

Сорт	2019 г.	2020 г.	Средняя	± к стандарту	
				т/га	%
Эскалто, St	0,48	0,52	0,52	—	—
Золотая сакса	0,67	0,75	0,71	0,21	42,0
Черный опал	0,87	0,93	0,90	0,40	80,0
Золотая принцесса	0,98	1,24	1,11	0,61	122,0
В среднем по сортам	0,75	0,86	0,81	0,41	81,3
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,23			

При анализе урожайности 2019 года стандартный сорт Эскалто обеспечил получение 0,48 т/га семян фасоли, остальные возделываемые сорта обеспечили достоверно большую урожайность, которая у сорта Золотая сакса была на 0,19 т/га выше стандарта и составила 0,67 т/га, у сорта Черный опал на 0,39 т/га и составила 0,87 т/га. Наибольшая урожайность в условиях этого года получена у сорта Золотая принцесса – 0,98 т/га, что на 0,5 т/га выше стандарта. В среднем по сортам урожайность была на уровне 0,75 т/га, в виду высоких среднесуточных температур, совпадавших с периодом бутонизация-цветение. Условия 2020 года были более благоприятными, что подтверждает среднесортная урожайность, которая была выше, чем в 2019 году на 0,11 т/га и составила 0,86 т/га. Все сорта обеспечили уровень урожайности достоверно выше стандарта. Прибавка урожая по сравнению со стандартом у сорта Золотая сакса составила 0,23 т/га, а урожайность 0,75 т/га, у сорта Черный опал получено семян больше на 0,41 т/га, урожайность 0,93 т/га. А максимальная прибавка и уровень урожайности получены, как и в предыдущем 2019 году у сорта Золотая принцесса 0,72 т/га и 1,24 т/га.

В среднем за 2019-2020 гг. получены довольно неплохие результаты по урожайности сортов фасоли, о чем свидетельствует среднесортная урожайность – 0,81 т/га, прибавка по отношению к контролю в среднем по сортам составила – 0,41 т/га или 81,3 %. Выше стандарта урожайность была выше у всех изучаемых сортов. Сорт Золотая сакса обеспечил прибавку по отношению к контролю 0,21 т/га или 42 % (была наименьшей из всех изучаемых сортов) при уровне урожайности 0,71 т/га. Несколько большая прибавка урожая получена у сорта Черный опал 0,40 т/га или 80 %, данный сорт обеспечил уровень урожайности в среднем за два года – 0,90 т/га. Максимальная прибавка урожая бала получена при возделывании сорта Золотая принцесса 0,61 т/га или 122 % по отношению к стандарту, у этого же сорта урожайность была выше, чем у остальных изучаемых сортов – 1,11 т/га.

В современных условиях для ведения успешного аграрного производства при довольно высокой рыночной конкуренции важно определить экономический эффект от внедрения нового сорта при возделывании любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и фасоли. Это связано, прежде всего, с тем, что в одинаковых условиях сорта сельскохозяйственных культур формируют различный уровень урожайности, которая соответствующим образом сказывается на экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. В наших производственных опытах было предусмотрено проведение оценки экономической эффективности возделывания фасоли при описанной выше технологии с учетом сортовых особенностей (табл. 6).

**Таблица 6 – Экономическая эффективность возделывания сортов фасоли в условиях ИП КФХ Волощенко Л.В., (2019-2020 гг.)**

Сорт	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Прибыль руб./га	Уровень рентабельности, %
Эскалто, St	0,52	52000	35231	67752	16769	47,6
Золотая сакса	0,71	71000	37428	52715	33572	89,7
Черный опал	0,90	90000	43327	48141	46673	107,7
Золотая принцесса	1,11	111000	45975	41419	65025	141,4

С учетом полученного уровня урожайности за 2019-2020 гг. в ИП КФХ Волощенко Л.В. возделывание всех изучаемых сортов было экономически выгодно. Производственные затраты на возделывание фасоли имели довольно значительные различия по некоторым сортам в основном за счет различной стоимости семенного материала сортовая разность затрат изменялась от 2197 руб./га до 10744 руб./га. Себестоимость 1 тонны полученных семян фасоли варьировала от 67752 руб./т (на контроле сорт Эскалто) и имела тенденцию к снижению по мере увеличения урожайности сортов до 41419 руб./т (у сорта Золотая принцесса). Стоимость продукции с гектара рассчитывалась исходя из рыночной стоимости 1 тонны семян фасоли 100 тыс. руб. в зависимости от сорта она изменялась от 52 тыс. руб. до 111 тыс. руб.

Такие показатели экономической эффективности, как прибыль и уровень рентабельности производства, находились в прямой зависимости от урожайности, чем выше урожайность, тем выше прибыль. Лучшие экономические показатели обеспечил сорт Золотая принцесса, стоимость урожая которого составила 111 тыс. руб., прибыль при возделывании данного сорта была наибольшей, как в сравнении со стандартом, так и по отношению к другим сортам 65025 руб./га, уровень рентабельности производства этого сорта также был максимальным 141,4 %.

**Заключение.** Таким образом, проведенные нами опыты в условиях производства по оценке продукционного процесса, урожайности и экономической эффективности возделывания сортов фасоли в условиях Белгородской области позволили выявить наиболее адаптивный сорт Золотая принцесса при возделывании на семена.

#### 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. Сорты 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 сои 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. Сорты растений включенные в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию на 16.08.2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reestr.gosortrf.ru/sorts/9051972/>. (дата обращения 01.03.2021).

#### 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. - No. 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 / N.G. Kazydub, V.N. Kazydub, T.V. Mаракаева // 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. - No. 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. - T.6 No. 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 on 08.16.2020 [Electronic resource]. – Access mode: <https://reestr.gosortrf.ru/sorts/9051972/>. (date of treatment 03/01/2021).

#### Сведения об авторах

Сергеева Валентина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

Волощенко Людмила Викторовна кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89194379179, e-mail: [lyuda190883@rambler.ru](mailto:lyuda190883@rambler.ru)

Игнатова Анна Васильевна, студентка технологического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

Пенской Сергей Юрьевич, студент технологического факультета ФГБОУ ВО Белгородский.

Мырмыр Матвей Николаевич, студент технологического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

#### Information about the author

Sergeeva Valentina Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin ", 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1

Voloschenko Lyudmila Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Raw Materials and Products of Animal Origin, FSBEI HE Belgorod GAU, ul. Vavilova 1, p. Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89194379179, e-mail: [lyuda190883@rambler.ru](mailto:lyuda190883@rambler.ru)

Ignatova Anna Vasilevna, student of the Faculty of Technology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

Penskoy Sergey Yurievich, student of the Faculty of Technology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin.

Myrmyr Matvey Nikolaevich, student of the Faculty of Technology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina.

# ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 331.08

*В.Л. Аничин, Г.И. Худобина, Н.Ю. Яковенко*

## ТЕКУЧЕСТЬ КАДРОВ: ИЗМЕРЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

**Аннотация.** Несмотря на то, что текучесть кадров – это одно из наиболее очевидных явлений в социально-трудовых отношениях, теория и практика его измерения и управления довольно далеки от потребностей современных предприятий, испытывающих дефицит человеческих ресурсов. Программа «1С: Предприятие» сводит оценку текучести кадров к расчету коэффициента оборота кадров по выбытию. Форма федерального статистического наблюдения № П-4 (НЗ) «Сведения о неполной занятости и движении работников» учитывает официальные причины выбытия лишь частично. При этом текучесть кадров слишком масштабное явление, чтобы его игнорировать. Только по собственному желанию в Российской Федерации ежегодно выбывает 32,0% работников, занятых в организациях по виду экономической деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство». Основная проблема при управлении текучестью кадров вызвана отсутствием общепринятых норм. Предпринимаемые в научно-практических публикациях попытки установить «естественные» нормы текучести кадров по отраслям и категориям работников наталкиваются на уникальность сочетания факторов, определяющих размеры этого явления в отдельно взятом предприятии. Решение кроется в идентификации экономически допустимого уровня текучести кадров. При таком уровне текучести кадров рентабельность мероприятий по снижению текучести меньше приемлемого значения. Экономически допустимый уровень текучести кадров представляет собой реперную точку в деятельности по управлению движением человеческих ресурсов. Превышение экономически допустимого уровня текучести кадров актуализирует выработку управленческих решений по осуществлению комплекса организационно-экономических мероприятий, обеспечивающих получение экономически значимого эффекта.

**Ключевые слова:** текучесть кадров, экономически допустимый уровень, оценка текучести кадров, человеческие ресурсы, производительность труда, экономический эффект.

## STAFF TURNOVER: MEASUREMENT AND CONTROL

**Abstract.** Despite the fact that staff turnover is one of the most obvious phenomena in social and labor relations, the theory and practice of its measurement and management are quite far from the needs of modern enterprises experiencing a shortage of human resources. The program "1C: Enterprise" reduces the assessment of staff turnover to the calculation of the turnover rate of personnel at the disposal. The form of the federal statistical observation No. P-4 (NZ) "Information on underemployment and movement of workers" takes into account the official reasons only partially. At the same time, staff turnover is too large-scale a phenomenon to ignore. Only at their own request in the Russian Federation, 32.0% of employees employed in organizations with the type of economic activity "Agriculture, hunting and forestry" are dismissed annually. The main problem in managing staff turnover is caused by the lack of generally accepted norms. The attempts made in scientific and practical publications to establish "natural" rates of staff turnover by industry and employee categories encounter a unique combination of factors that determine the size of this phenomenon in a single enterprise. The solution lies in identifying the economically acceptable level of staff turnover. At this level of staff turnover, the profitability of measures to reduce turnover is less than an acceptable value. The economically acceptable level of staff turnover is a reference point in the management of the movement of human resources. Exceeding the economically acceptable level of staff turnover actualizes the development of management decisions on the implementation of a set of organizational and economic measures that ensure an economically significant effect.

**Keywords:** staff turnover, economically acceptable level, assessment of staff turnover, human resources, labor productivity, economic effect.

**Введение.** Главной отличительной особенностью человеческих ресурсов от других факторов производства является высокая мобильность. Она выражается в способности обладателей человеческого капитала находить своим умениям и способностям лучшее применение, что служит одной из причин текучести кадров.

Текучесть кадров присуща всем современным предприятиям. Размер этого явления зависит от ряда факторов, включая особенности отрасли, к которой принадлежит предприятие [8], индивидуальные качества работников [11], уровень менеджмента [1], рыночное положение предприятия и др. Уровень текучести кадров принадлежит к числу важнейших показателей, применяемых при стратегическом управлении персоналом организации [2].

Ряд исследований посвящен сопоставлению положительных и отрицательных последствий текучести кадров [5, 6, 7]. В одной из таких работ указывается, что «принято различать естественную текучесть кадров в пределах 3-5% в год от численности персонала и повышенную текучесть кадров. Естественная текучесть кадров способствует обновлению трудового коллектива и не требует от руководства предприятия каких-либо особых мер. Излишняя текучесть вызывает значительные экономические потери, создает кадровые, организационные, технологические и психологические проблемы. Отсутствие текучести кадров на предприятии ведет к кадровому застою, со всеми вытекающими из него негативными последствиями» [5].

Все авторы отмечают негативную роль большой текучести кадров. Так, Е.А. Бюллер и др. указывают, что затраты на замещение вакансии рабочего составляют 7-20% его годовой заработной платы, специалиста – 18-30%, управленца 70-100% [4]. А.А. Борисова описывает девять видов затрат, и пять видов экономических потерь, вызываемых чрезмерной текучестью кадров, включая выплаты выходных пособий, затраты на организацию обучения на рабочем месте и наставничество [3].

Оценка производственных возможностей сельскохозяйственных предприятий неизбежно приводит к выводу о необходимости выявления ресурса, дефицит которого ограничивает их экономическое развитие. В большинстве случаев таким ресурсом являются высококвалифицированные кадры, составляющие ядро человеческого капитала АПК. В связи с этим актуальными являются вопросы измерения текучести кадров сельскохозяйственных предприятий и управления ее уровнем.

**Изложение основного материала исследований и его обсуждение.** В связи с изложенным выше материалом возникает вопрос, какой уровень текучести можно считать приемлемым. Приведенная ссылка на «естественный» уровень текучести кадров не обоснована. Имеются основания предполагать, что универсальной нормы текучести кадров не существует даже в пределах одной отрасли в силу значительной вариации факторов, влияющих на выбытие работников. С другой стороны, применительно к отдельно взятому предприятию всегда можно предпринять попытку идентифицировать индивидуальный уровень текучести кадров, снижение которого будет экономически нецелесообразным. Назовем такой уровень текучести кадров экономически приемлемым.

При экономически приемлемом уровне текучести кадров выполняется следующее неравенство:

$$\frac{\text{Встк}-\text{Зстк}}{\text{Зстк}} \times 100 < \text{Рн}, \text{ где}$$

Встк – выгоды от снижения текучести кадров, ден. ед.; Зстк – затраты на мероприятия по снижению текучести кадров; Рн – минимально допустимый уровень рентабельности затрат на мероприятия по снижению текучести кадров.

Второй не менее принципиальный вопрос заключается в том, как измерять текучесть кадров. Распространенная в настоящее время программная система «1С: Предприятие» рассчитывает коэффициент текучести кадров как отношение количества уволенных сотрудников к среднесписочной численности сотрудников [12], что противоречит давно устоявшемуся подходу, в соответствии с которым при оценке текучести кадров не следует учитывать выбывших работников по производственной и общественной (государственной) необходимости.

Здесь имеет место конкуренция между двумя способами оценки текучести кадров, каждый из которых имеет свои основания, свои преимущества и недостатки. Основанием для первого способа служит факт того, что выбытие работника по любым причинам влечет те или иные затраты и экономические потери для организации, поэтому необходимо принимать во внимание не только выбытие по отдельным причинам, но и в целом. Данные таблицы 1 свидетельствуют, что выбытие работников списочного состава организаций по виду экономической деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» в целом в Российской Федерации представляет собой довольно масштабное явление даже с учетом того, что часть выбывших работников – сезонные.



Главными преимуществами первого способа выступают простота расчета показателя и доступность информации. Основным недостатком является отождествление текучести кадров с их выбытием. Слишком много различных по своей природе причин выбытия работников, чтобы их игнорировать [10].

**Таблица 1 – Квартальные и годовые коэффициенты выбытия работников списочного состава организаций по виду экономической деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство», %**

	2018				2019				2020			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Российская Федерация	8	10	12	13	8	10	11	12	8	9	12	12
	43				41				41			
Центральный федеральный округ	8	10	11	11	8	9	11	11	8	8	10	11
	40				39				37			
Белгородская область	7	9	8	7	6	8	8	7	6	6	8	8
	31				29				28			

В соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации основания прекращения трудового договора следующие: соглашение сторон; истечение срока трудового договора; инициатива работника; инициатива работодателя; перевод работника по его просьбе или с его согласия на работу к другому работодателю или переход на выборную работу (должность); отказ работника от продолжения работы в связи со сменой собственника имущества организации, с изменением подведомственности (подчиненности) организации либо ее реорганизацией, с изменением типа государственного или муниципального учреждения; отказ работника от продолжения работы в связи с изменением определенных сторонами условий трудового договора; отказ работника от перевода на другую работу, необходимого ему в соответствии с медицинским заключением, либо отсутствие у работодателя соответствующей работы; отказ работника от перевода на работу в другую местность вместе с работодателем; обстоятельства, не зависящие от воли сторон; нарушение установленных ТК РФ или иным федеральным законом правил заключения трудового договора, если это нарушение исключает возможность продолжения работы [9]. Официальная статистика среди этого разнообразия фиксирует лишь три причины (таблица 2).

**Таблица 2 – Сведения о выбывших работниках списочного состава организаций по виду экономической деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» (в целом по Российской Федерации)**

Наименование показателей	2017		2018		2019	
	чел.	в % к итогу	чел.	в % к итогу	чел.	в % к итогу
Численность выбывших работников списочного состава - всего	452343	100	419888	100	401358	100
из них:						
по соглашению сторон	30009	6,6	23924	5,7	24106	6,0
в связи с сокращением численности работников	6471	1,4	7265	1,7	4494	1,1
по собственному желанию	346564	76,6	325360	77,5	313534	78,1
по иным причинам	69299	15,3	63339	15,1	59224	14,8

Это связано с недостатками формы федерального статистического наблюдения № П-4 (НЗ) «Сведения о неполной занятости и движении работников», на которые мы указывали в своей более ранней публикации [1]. Но в данном случае речь идет о проблемах с оценкой текучести кадров на уровне стороннего наблюдателя. В большинстве предприятий сотрудники кадровых служб имеют полную информацию о причинах выбытия работников и вполне могут оценить текучесть кадров, используя второй способ и принимая во внимание в первую очередь выбывших по собственному желанию и по инициативе работодателя.

Основание для применения второго способа состоит в том, что среди причин выбытия работников (табл. 2) доминирует «по собственному желанию». В 2020 г. среди выбывших работников списочного состава организаций по виду экономической деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» в целом по Российской Федерации эта причина имела место в 78,1% случаев, и наблюдается рост этого показателя в динамике.

Таким образом, текучесть кадров в сельскохозяйственных организациях является значительной, что негативно сказывается на экономических показателях этих предприятий, включая производительность труда, объем выручки и прибыли.

Производительность труда в масштабах предприятия обычно определяется как отношение объема выпущенной продукции к численности работников или к объему затраченного рабочего времени. Имеет практическое значение оценивать эффект от мероприятий, направленных на снижение сверхнормативной текучести кадров с учетом того, как они повлияют на указанные выше показатели, в первую очередь – на производительность труда. Это связано с тем, что индивидуальная производительность принимаемого на работу исполнителя в замену уволившегося работника, как правило, ниже выбывшего до тех пор, пока новый работник осваивает профессию и адаптируется в коллективе. Кроме того, курирующий новичка работник вынужден тратить часть своего рабочего времени на обучение своего подопечного, вследствие чего производительность наставника на его рабочем месте снижается.

Рассмотрим условный пример оценки экономических потерь от текучести кадров и планирования бюджета организационно-экономических мероприятий по снижению текучести кадров до экономически допустимого уровня. Примем, что на предприятии эмпирическим путем установлено, что экономически допустимый годовой уровень текучести кадров в связи с выбытием работников по собственному желанию и по инициативе работодателя составляет 10% при плановой рентабельности 25%. Этот уровень текучести кадров также рассматривается как плановый.

Коэффициент текучести кадров по итогам отчетного года составил 16%, и, следовательно имеются основания добиться его снижения до уровня 10%.

Оценка расходов на замену уволившегося персонала в отчетном году приводится в таблице 3.

**Таблица 3 – Прямые и косвенные расходы на замену выбывших работников предприятия по собственному желанию и инициативе работодателя**

Расходы	Затраты в расчете на одну вакансию, тыс. руб.	Число замещенных вакансий	Всего расходов, тыс. руб.
Расходы на замещение вакансий (выплаты выходных пособий, выплаты по судебным издержкам, оформление процедуры увольнения, затраты на поиск, привлечение и наем новых сотрудников)	5	195	975
Оплата труда наставника	7	195	1365
Итого			2340

Оплата труда наставника является для него компенсацией за вынужденное снижение выработки (индивидуальной производительности труда) и соответствующее уменьшение суммы заработной платы. Но если наставник получает компенсацию, то для предприятия – это вынужденные расходы, связанные с необходимостью подготовки новых работников. Потери предприятия здесь равны упущенной выгоде от снижения производительности труда работника, выполняющего роль наставника.

Если текучесть кадров находилась бы на планируемом уровне, составляющем 10% в год, то фактическое число выбывших работников по собственному желанию и инициативе работодателя составило бы 122 чел., а не 195 чел. Соответственно количество новичков, требующих обучения, уменьшилась бы на

$$195 - 122 = 73 \text{ чел.}$$

Следовательно, сверхплановые прямые и косвенные расходы на замену уволившихся работников составляют

$$2340 / 195 \times 73 = 878 \text{ тыс. руб.}$$

Помимо сверхпланового числа новичков, требующих обучения в течение года, исходными данными для оценки потерь выручки предприятия вследствие сверхплановой текучести кадров служат: снижение производительности труда наставников на основном месте работы; продолжительность обучения; плановый выход выручки в расчете на одного работника; снижение производительности труда новичков по сравнению с уволившимися работниками; количество дней простоя оборудования в расчете на одну вакансию.

Годовые потери от снижения производительности труда наставников составляют 1,9 млн. руб. (таблица 4).

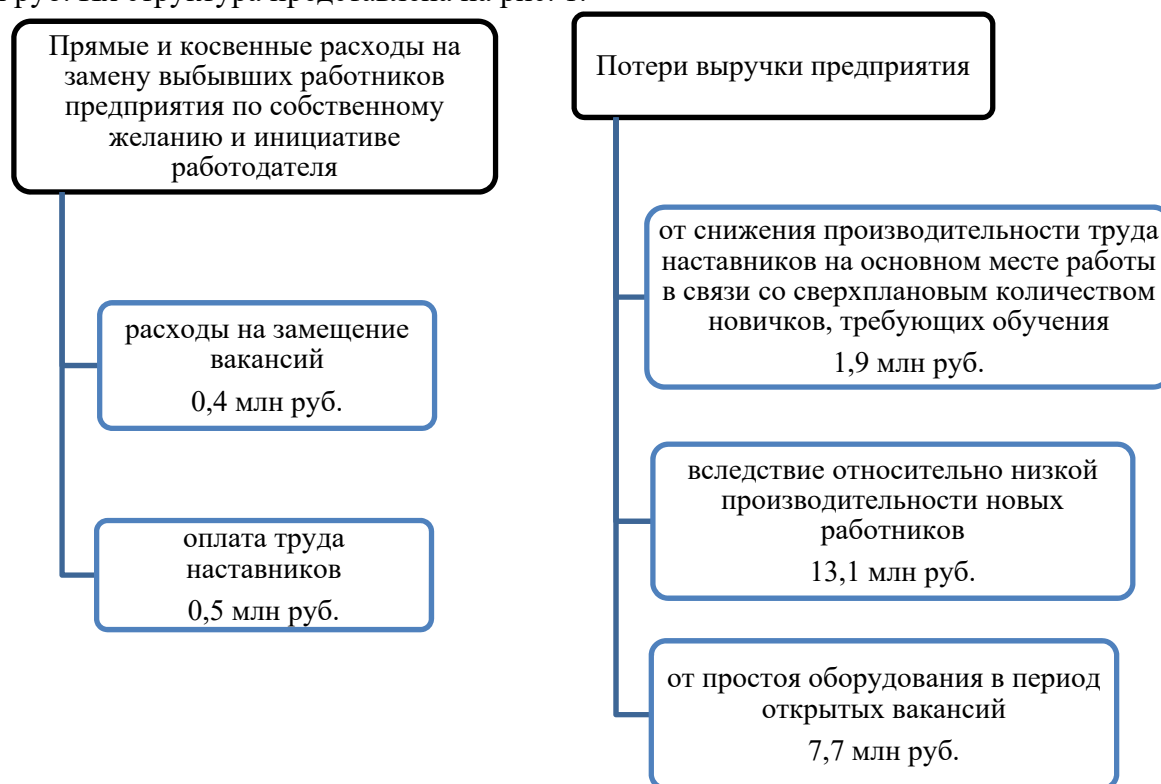
**Таблица 4 – Оценка потерь выручки предприятия вследствие сверхплановой текучести кадров**

№ п/п	Показатель	Значение показателя
<b>1. Оценка потерь выручки вследствие снижения производительности труда наставников на основном месте работы в связи со сверхплановым количеством новичков, требующих обучения</b>		
1.1	Снижение производительности труда наставников на основном месте работы, %	20
1.2	Сверхплановое количество новичков, требующих обучения в год	73
1.3	Продолжительность обучения, дн.	25
1.4	Плановый выход выручки в расчете на 1 чел. дн., тыс. руб.	5,28
1.5	Итого потерь выручки от снижения производительности труда наставников на основном месте работы, тыс. руб. (стр. 1.1 × стр. 1.2 × стр. 1.3 × стр. 1.4), тыс. руб.	1928
<b>2. Оценка потерь выручки вследствие относительно низкой производительности новых работников</b>		
2.1	Снижение производительности труда новичков по сравнению с уволившимися работниками, в среднем за год, %	15
2.2	Сверхплановое количество новичков	73
2.3	Количество рабочих дней в году (за вычетом дней по заполнению вакансии)	227
2.4	Плановый выход выручки в расчете на 1 чел. дн., тыс. руб.	5,28
2.5	Итого потерь выручки от относительно низкой производительности новых работников, тыс. руб. (стр. 2.1 × стр. 2.2 × стр. 2.3 × стр. 2.4), тыс. руб.	13129
<b>3. Оценка потерь выручки от простоя оборудования в период открытых вакансий</b>		
3.1	Сверхплановое открытие вакансий	73
3.2	Количество дней простоя оборудования в расчете на одну вакансию	20
3.3	Плановый выход выручки в расчете на 1 чел. дн., тыс. руб.	5,28
3.4	Итого потерь выручки от простоя оборудования, тыс. руб. (стр. 3.1 × стр. 3.2 × стр. 3.3), тыс. руб.	7712

Потери выручки вследствие относительно низкой производительности новых работников здесь наиболее весомые и составляют 13,1 млн. руб.

Кроме того, предприятие несет значительные потери в связи с неполным использованием оборудования, которое имеет место вследствие того, что вакансии закрываются в среднем за 20 рабочих дней. Эти потери оцениваются в размере 7,7 млн. руб.

Общая величина экономических потерь от сверхплановой текучести кадров составляет 23,6 млн руб. Их структура представлена на рис. 1.



**Рисунок 1 - Годовые экономические потери от сверхплановой текучести кадров на предприятии**

В составе экономических потерь от сверхплановой текучести кадров преобладают потери выручки предприятия вследствие снижения производительности труда и простоя оборудования. Доля потери выручки будет тем выше, а общая величина экономических потерь будет тем больше, чем более сложным является труд по закрываемым вакансиям.

Полученную оценку годовых потерь от текучести кадров следует использовать как ориентир для планирования мероприятий по снижению текучести кадров и повышения эффективности управления человеческими ресурсами. Важно обеспечить плановую рентабельность затрат, направляемых на снижение текучести кадров. В наших расчетах принята плановая рентабельность 25%. Для достижения такой рентабельности бюджет организационно-экономических мероприятий по снижению текучести кадров не должен превышать

$$23,6 / 1,25 = 18,9 \text{ млн руб.}$$

Проектные организационно-экономические мероприятия по снижению текучести кадров и их допустимый бюджет представлены в таблице 6.

**Таблица 5 – Проектные организационно-экономические мероприятия по снижению текучести кадров**

№ п/п	Организационно-экономические мероприятия	Годовой бюджет, млн руб.
1	Увеличение надбавок за выслугу лет	8,0
2	Материальная помощь работникам	4,0
3	Улучшение условий труда и модернизация рабочих мест	6,9
Итого		18,9

Выполненные расчеты экономической эффективности предложенных мер по снижению текучести кадров представлены в таблице 6.

**Таблица 6 – Экономическая эффективность предложенных мер по снижению текучести кадров**

Показатели	Отчетный год	Проект	Проект к отчетному году (+, -)
Выручка от реализации, млн руб.	1922,6	1945,4	22,8
Затраты, млн руб.	1570,3	1589,8	19,5
Валовая прибыль, млн руб.	352,3	355,6	3,3
Среднегодовая численность работников, чел.	1219	1225	6
Отработано, тыс. чел.-ч	2358	2370	11,6
Выработка продукции на одного работника, тыс. руб.	1577	1588	10,9
Выработка продукции в час, руб.	815,4	821,0	5,6

Как показывают расчеты, в результате реализации предложенных мер, валовая прибыль предприятия увеличится на 3,3 млн руб. и повысится производительность труда.

**Выводы.** Измерение текучести кадров и управление ее уровнем является актуальным направлением совершенствования менеджмента современных сельскохозяйственных предприятий. В отличие от программы «1С: Предприятие» следует оценивать текучесть кадров по релевантным причинам выбытия, к которым в первую очередь принадлежат собственные желания работника и инициатива работодателя.

Экономическим основанием управления текучестью кадров служит возможность получения значимого дохода от релевантных организационно-экономических мероприятий. Индикатором служит экономически допустимый уровень текучести кадров, при котором рентабельность затрат на организационно-экономические мероприятия меньше нормативного (планового) значения.

Оценка экономических потерь от сверхплановой текучести кадров позволяет обосновать сопоставимый бюджет организационно-экономических мероприятий, направленных на предотвращение этих потерь.

#### Библиография

1. Аничин В.Л. Перспективы внедрения элементов бережливого производства в систему управления персоналом агропромышленных предприятий / В.Л. Аничин, Г.И. Худобина, Н.Ю. Яковенко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 3 (27). С. 122-135.
2. Афанасьева Л.А. Формирование сбалансированной системы показателей как элемента стратегического управления персоналом организации / Л.А. Афанасьева, М.А. Меньшикова, О.Н. Пронская, А.В. Рюшин, В.Н. Ходыревская // Экономика и предпринимательство. 2019. № 1 (102). С. 1061-1066.
3. Борисова А.А. Регулирование текучести кадров на основе оценки экономического ущерба предприятия / А.А. Борисова // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 11. С. 1681-1692.
4. Бюллер Е.А. Основные способы рационализации труда персонала: управление текучестью / Е.А. Бюллер, Л.Т. Глехурай-Берзегова, С.К. Чиназирова, Н.З. Даурова // The Scientific Heritage. 2020. № 54-6 (54). С. 22-24.
5. Виды и причины текучести кадров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://professional.ru/Soobschestva/tsentr-razvitiya-karjery/vidy-i-prichiny-tekuchesti-kadrov/>
6. Кузьмичев С.М. Текучесть кадров - положительный или отрицательный фактор развития организации? / С.М. Кузьмичев // Молодой ученый. 2018. № 13 (199). С. 235-238.
7. Самайбекова З.К. Текучесть кадров - проблема или продвижение? / З.К. Самайбекова, Э.Б. Кенджебаев // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2016. № 6. С. 80-82.
8. Текучесть персонала: нормы по отраслям и должностям. Коэффициент текучести кадров, формула [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://professional.ru/Soobschestva/tsentr-razvitiya-karjery/vidy-i-prichiny-tekuchesti-kadrov/>
9. Трудовой кодекс Российской Федерации / ФЗ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=340339&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.8372810268637967#06331504741503049>
10. Численность выбывших работников списочного состава в % к списочной численности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://showdata.gks.ru/report/274388/>

11. Шапиро С.А. Основы управления персоналом: учебное пособие / С.А. Шапиро, О.В. Шатаева.– М.: КНОРУС, 2016. – 208 с.

12. 1С Зарплата и Управление Персоналом 2.5 [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://helpf.pro/faq/view/1574.htm>

#### References

1. Anichin V.L. Perspektivy vnedreniya elementov berezhlivogo proizvodstva v sistemu upravleniya personalom agropromyshlennykh predpriyatij [Prospects for implementing lean production elements in the personnel management system of agro-industrial enterprises] / V.L. Anichin, G.I. Hudobina, N.YU. YAKovenko // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2020. № 3 (27). S. 122-135.

2. Afanas'eva L.A. Formirovanie sbalansirovannoy sistemy pokazatelej kak elementa strategicheskogo upravleniya personalom organizacii [Formation of a balanced system of indicators as an element of strategic personnel management of the organization] / L.A. Afanas'eva, M.A. Men'shikova, O.N. Pronskaya, A.V. Ryumshin, V.N. Hodyrevskaya // Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2019. № 1 (102). S. 1061-1066.

3. Borisova A.A. Regulyrovaniye tekuchesti kadrov na osnove ocenki ekonomicheskogo ushcherba predpriyatiya [Regulation of staff turnover based on the assessment of the economic damage of the enterprise] / A.A. Borisova // Rossijskoe predprinimatel'stvo. 2017. T. 18. № 11. S. 1681-1692.

4. Byuller E.A. Osnovnyye sposoby racionalizacii truda personala: upravlenie tekuchest'yu [The main ways to rationalize the work of staff: turnover management] / E.A. Byuller, L.T. Tlekhuraj-Berzegova, S.K. CHinazirova, N.Z. Daurova // The Scientific Heritage. 2020. № 54-6 (54). S. 22-24.

5. Vidy i prichiny tekuchesti kadrov [Types and causes of staff turnover].– URL: <https://professional.ru/Soobschestva/tsentr-razvitiya-karjery/vidy-i-prichiny-tekuchesti-kadrov/>

6. Kuz'michev S.M. Tekuchest' kadrov - polozhitel'nyj ili otricatel'nyj faktor razvitiya organizacii? [Is staff turnover a positive or negative factor in the development of an organization?] / S.M. Kuz'michev // Molodoj uchenyj. 2018. № 13 (199). S. 235-238.

7. Samajbekova Z.K. Tekuchest' kadrov - problema ili prodvizhenie? [Is staff turnover a problem or a promotion?] / Z.K. Samajbekova, E.B. Kendzhebaev // Nauka, novye tekhnologii i innovacii Kyrgyzstana. 2016. № 6. S. 80-82.

8. Tekuchest' personala: normy po otraslyam i dolzhnostyam. Koefficient tekuchesti kadrov, formula [Staff turnover: standards by industry and position. Employee turnover rate, formula].– URL: <https://professional.ru/Soobschestva/tsentr-razvitiya-karjery/vidy-i-prichiny-tekuchesti-kadrov/>

9. Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii / FZ ot 30.12.2001 № 197-FZ (red. ot 16.12.2019) [Labor Code of the Russian Federation].– URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=340339&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.8372810268637967#06331504741503049>

10. CHislenost' vybyvshih rabotnikov spisochного состава v % k spisochnoj chislenosti [The number of retired employees of the list composition in % of the list number].– URL: <https://showdata.gks.ru/report/274388/>

11. SHapiro S.A. Osnovy upravleniya personalom: uchebnoe posobie [Fundamentals of Personnel Management: a training manual] / S.A. SHapiro, O.V. SHataeva.– М.: КНОРУС, 2016. – 208 с.

12. 1С Зарплата и Управление Персоналом 2.5 [1С Salary and Personnel Management 2.5].– URL: <https://helpf.pro/faq/view/1574.htm>

#### 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](mailto:vladislavanichin@rambler.ru)

Худобина Галина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [galja4561@mail.ru](mailto:galja4561@mail.ru)

Яковенко Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [nata.jackovencko2010@yandex.ru](mailto:nata.jackovencko2010@yandex.ru)

#### Information about authors

Anichin Vladislav Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79038860493, e-mail: [vladislavanichin@rambler.ru](mailto:vladislavanichin@rambler.ru)

Khudobina Galina Ivanovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: [galja4561@mail.ru](mailto:galja4561@mail.ru)

Yakovenko Natalya Yuryevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: [nata.jackovencko2010@yandex.ru](mailto:nata.jackovencko2010@yandex.ru)

УДК 338.43:502.08

*А.И. Добрунова, О.С. Акупиян, В.А. Ломазов, А.Н. Акупиян, Р.В. Капинос*

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Применение альтернативных источников энергии в России необходимо рассматривать как важный фактор модернизации производительных сил, способствующий решению ряда важных экономических, социальных и экологических задач. Одним из таких источников энергии является биогаз, который используется для получения одновременно двух видов энергии: тепловой и электрической. В статье обоснована необходимость внедрения биогазовых технологий прежде всего на животноводческих комплексах, и в целом в системе АПК, для переработки отходов сельхозпроизводства и получения высокоэффективного органического удобрения. Использовать технологии безотходного производства можно не только на крупных, но и на средних и малых предприятиях, и прежде всего в эко-хозяйствах различных типов. На примере фермы «Ландыш» кампании ОАО Зеленая Долина Белгородской области проведен расчёт стоимости, экономической эффективности биогазовой установки за год и установлен срок ее окупаемости. Сделаны выводы о том, что для более быстрого внедрения биогазовых установок необходимо обратить внимание на опыт западных стран в вопросах государственной поддержки развития молочного животноводства в части использования административного ресурса. Так, в качестве примера, обязать ближайшие предприятия покупать излишки электроэнергии, произведенной с помощью возобновляемых источников энергии по льготному тарифу; давать дотацию на каждую установку в размере 50% средней стоимости; в разы повысить штрафы за нарушение экологического законодательства; разработать налоговые льготы для тех организаций, которые будут соблюдать технологию безотходного производства.

**Ключевые слова:** биогазовая установка, альтернативные источники энергии, животноводство, государственная поддержка, экономическая эффективность.

## TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF BIOGAS ENERGY IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE BELGOROD REGION

**Abstract.** The use of alternative energy sources in Russia should be considered as an important factor in the modernization of the productive forces, contributing to the solution of a number of important economic, social and environmental problems. One of these energy sources is biogas, which is used to produce two types of energy simultaneously: heat and electricity. The article substantiates the need for the introduction of biogas technologies, primarily in livestock complexes, and in the agro-industrial complex as a whole, for the processing of agricultural waste and the production of highly effective organic fertilizers. It is possible to use waste-free production technologies not only at large, but also at medium and small enterprises, and above all in eco-farms of various types. For example, farm Landysh campaign JSC Green Valley Belgorod region the calculation cost, the economic efficiency of a biogas plant for the year and set the period of her payback. Conclusions are drawn that for faster implementation of biogas plants, it is necessary to pay attention to the experience of Western countries in matters of state support for the development of dairy farming in terms of the use of administrative resources. So, as an example, to oblige the nearest enterprises to buy surplus electricity produced with the help of renewable energy sources at a reduced rate; to give a subsidy for each installation in the amount of 50% of the average cost; at times to increase fines for violating environmental legislation; develop tax incentives for those organizations that will comply with the technology of waste-free production.

**Keywords:** biogas plant, alternative energy sources, animal husbandry, state support, economic efficiency.

**Введение.** Во многих странах в настоящее время активно проводятся научные исследования, в ходе которых анализируются все возможные сценарии как будущих кризисов, так и долгосрочного развития техники, технологии и других форм инноваций на национальном и международном уровнях. Данная методология, применяющаяся с 1970-х гг., позволяет осуществлять комплексные интегрированные прогнозы изменений в сфере инноваций, региональной экономики, науки. Весьма активную позицию в данном вопросе занимает российское правительство, поощряя прогресс инновационных технологий, позволяющих создавать экологически безопасную экономику.

В то же время мировой кризис показал также острую необходимость:

- максимального самообеспечения каждой из национальной и региональной экономик, как источниками энергии, так и товарами и услугами;
- развития «здоровых» технологий, энергетических ресурсов, производства товаров и услуг, оказывающих минимальное вредное воздействие как на потребителей, так и на окружающую среду;
- максимальной экономии ресурсов и прогресса возобновляемых источников получения энергии.

Человечество после 2020 года должно выйти на принципиально новый уровень развития – а для этого оно обязано точно и скрупулёзно рассчитать все остающиеся в его распоряжении, прежде всего, энергетические ресурсы, и не ошибиться в выборе своих технологических драйверов: ведь промышленная революция с самого своего начала была сопряжена с ростом нехватки энергоресурсов, неизбежно ведущего к экономическому и социальному кризисам. При этом, однако, никак нельзя согласиться с серьёзным исследователем Миловидовым В., беспартийно утверждающим, что концепция устойчивого развития, предполагающая отказ от традиционных ресурсов, приведёт к торжеству «экологической утопии»: переходу на более дорогие и менее эффективные альтернативы: так, по его мнению, эффективность переработки биомассы составляет только чуть более 35%. Предложенная нами методика исследования показывает высокую экономическую эффективность альтернативных технологий получения энергии.

Развитие отрасли животноводства является основополагающим фактором для эффективного развития всего агропромышленного комплекса, так как доля продукции животноводства составляет около 35 % в структуре всей производимой продукции АПК [1]. В частности, увеличение производства молока следует рассматривать как проблему государственного значения, решение которой позволит в перспективе, научно обосновано и в интересах всего населения, удовлетворить спрос на молоко и молочные продукты за счет отечественного производства. В принятой Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации предусмотрено доведение удельного веса отечественного молока и молокопродуктов до 90% в общем объеме продаж на рынке. По данным Правительства РФ за март 2020 г., обеспеченность населения молочной продукцией составляет 50%. Наблюдается недопроизводство молока, поэтому страна вынуждена импортировать молочные продукты из-за рубежа. Это привело к существенному уменьшению поголовья коров и снижению продуктивности. Проблема усугубляется тем, что на оставшихся молочно-товарных фермах применяется старое оборудование, а также сами технологии содержания коров ведут к осложнению экологической ситуации в регионах (большое скопление навоза) [2, 3].

Торможение развития сельских территорий связано и с недостатком обеспечения некоторых населенных пунктов электроэнергией. Согласно статистике, электроэнергией обеспечено 54% сельских поселений РФ. Кроме того, повышение тарифов на электроэнергию оказывает заметное влияние на повышение себестоимости произведённой продукции. Экологическая обстановка тоже не оставляет желать лучшего. Многие сельскохозяйственные предприятия, в целях экономии, отходы выбрасывают на поля или складывают в непригодных для хранения местах [4, 5]. Исходя из этого, ускоренное развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России необходимо рассматривать как важный фактор модернизации экономики, в том числе связанной с развитием инновационных производств, разработкой новых инновационных технологий, развитием малого и среднего бизнеса, созданием новых рабочих мест, улучшением социальных условий, экологии и т.п. Продвижение ВИЭ должно осуществляться в тесной увязке с реализацией мер по энергосбережению [6].

В настоящее время с использованием ВИЭ в России в год вырабатывается около 8930 млн. кВт ч (0,9 % совокупного производства электроэнергии). В общей мощности установок на ВИЭ малые ГЭС дают 37%, геотермальные – 5%, биоТЭС на отходах деревообработки и ЦБК – 57% [7, 8].

Немаловажным фактором развития биоэнергетики в России является государственная поддержка. Однако, из-за имеющихся запасов нефти, газа и других энергоёмких ископаемых к



вопросу получения энергии из возобновляемого сырья относились без должного внимания. И только в 2012 году в Министерстве сельского хозяйства РФ принято решение о содействии по развитию биоэнергетики в агропромышленном комплексе [9]. В Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (с изменениями на 31 декабря 2020 года) предусмотрено субсидирование части затрат по кредитам, полученным на приобретение биогазовых установок. В энергетической стратегии до 2035 года, утвержденной 9 июня 2020 года предусмотрено субсидирование процентных ставок по кредитам, привлеченным для развития производства организациями, производящими энергию на основе возобновляемых источников энергии. Также была создана Межведомственная рабочая группа для координации работ по развитию биоэнергетики в сельскохозяйственном производстве, куда вошли представители Минсельхоза, Минэнерго, Минэкономразвития, Минпромторга, а также Россельхозакадемии. Региональным органам управления АПК рекомендовано при реализации экономически значимых программ в области растениеводства и животноводства, включать в состав программ объекты биоэнергетики по переработке отходов сельхозпроизводства.

В ряде субъектов РФ реализуются пилотные проекты по созданию биогазовых установок для переработки отходов сельхозпроизводства, принимаются программы развития биоэнергетики. Реализация данных проектов способствует решению ряда важных экономических, социальных и экологических задач. Интерес Российской Федерации к биогазовым установкам обуславливает следующие причины:

- проблема низкой плотности покрытия газовых и электрических распределительных сетей. По данным сельскохозяйственной переписи, сегодня только 37% крупных и средних сельхозпроизводителей имеют доступ к газораспределительным сетям и 20% к сетям теплоснабжения [10]. Ограниченность доступа к электрическим сетям не только сдерживает развитие существующих сельскохозяйственных предприятий, но и ограничивает развитие новых сельскохозяйственных производств. Внедрение биогазовых установок способно решить эти проблемы как в регионах с энергодефицитом, так и в регионах со слабым развитием сетевой инфраструктуры;

- проблема утилизации отходов агропромышленного комплекса России, причем большая часть этих отходов не утилизируется. Это приводит к проблемам окисления почв отчуждению сельскохозяйственных земель при хранении навоза, загрязнению грунтовых вод и выбросам в атмосферу метана – парникового газа. Переработка отходов АПК в биогаз и удобрения решает эту проблему;

- низкая интенсивность отечественного сельского хозяйства. Российский агропромышленный комплекс крайне мало использует минеральные и органические удобрения высокого качества. Это один из факторов, обуславливающих низкую конкурентоспособность российской сельскохозяйственной продукции.

Отходы сельхозпроизводства в российском агропромышленном комплексе ежегодно составляют более 770 миллионов тонн и являются существенным энергетическим ресурсом, при переработке которого возможно получение биогаза, электроэнергии и тепла, высокобелковых кормов для животноводства и птицеводства. К примеру, в результате их переработки можно получить 66 миллиардов кубометров газа, что эквивалентно 33 миллиардам литров бензина и около 120 миллионам тонн высококачественного гранулированного удобрения.

**Условия, материалы и методы.** В работе использованы методы статистического анализа (сравнительный, анализ динамических рядов) и экономико-математического моделирования.

**Результаты и обсуждение.** В Белгородской области ситуация с возобновляемыми источниками энергии состоит куда лучше, чем в других регионах. Губернатор Белгородской области поддержал проект по строительству биогазовых установок на свинокомплексах местных агрохолдингов, которые работают на животноводческих стоках.

Первым пилотным проектом стала биогазовая установка, введенная в эксплуатацию в 2012 году компанией ОАО «Региональный центр биотехнологий» в Борисовском районе Белгородской области на Стригуновском свинокомплексе, который принадлежит группе компаний

«Агро-Белогорье». Проектная мощность биогазовой установки «Байцуры» 7,4 миллиона кВт часов и 3200 гигакалорий тепла в год. Станция построена рядом с действующим свинокомплексом на 16 тысяч голов. Помимо энергетических продуктов, на станции также планируется вырабатывать более 19 тысяч кубометров органических удобрений в год [11].

Вторым пилотным проектом стал биогазовый завод, созданный группой компаний «Агро-Белогорье» и компанией «Альт Энерго» в селе Лучки Прохоровского района. Завод перерабатывает 73,5 тысячи тонн сырья в год. Это отходы мясоперерабатывающего завода и гибридно-селекционного центра ГК «Агро-Белогорье». Объем производства электроэнергии составляет 19,6 миллиона киловатт-часов в год, тепловой энергии - 18,2 тысячи гигакалорий в год и 66,8 тысячи тонн органических удобрений. При этом биогазовый завод обслуживает два предприятия «Агро-Белогорья». Между тем, только у этого агрохолдинга в регионе 52 сельхозпредприятия, а в целом по области насчитывается порядка трехсот [12].

При государственной поддержке планируются аналогичные проекты на базе «Белгородского бекона», «Мираторга» и других компаний. Применительно к нуждам потребителей можно выделить следующие области использования биогазовых установок с различной производительностью: для мелких фермерских хозяйств, эко-хозяйств и сельчан, имеющих личное подсобное хозяйство, включающее 2-3 коровы, несколько свиней и несколько десятков кур, для средних фермерских хозяйств, эко-хозяйств, имеющих от 50 гол. КРС, или от 500 гол. свиней, или от 5000 гол. птицы; для крупных сельскохозяйственных предприятий: ферм КРС, эко-кооперативов, эко-кластеров, свиноводческих комплексов, птицефабрик. Ориентировочная стоимость установки зависит от производительности и степени автоматизации и составляет в среднем от 100 до 1500 тыс. руб., технической документации – от 60 до 500 тыс. руб. Если заказчиками установки являются мелкие и средние хозяйства животноводческой отрасли, то стоимость всего проекта ложится на стоимость литра молока. Но нагружать стоимость литра молока лишними расходами неправильно. Животноводческие хозяйства как заказчики и инвесторы строительства биогазовых станций смогут получить при реализации проекта повышение экологичности существующих производств и получение органических удобрений для связанных аграрных производств, а также обеспечение производства собственной электрической и тепловой энергией. Это достаточно обременительно с точки зрения дополнительной инвестиционной нагрузки, влияющей на конкурентоспособность. Поэтому животноводческие хозяйства не готовы в полном объеме выступать в роли заказчиков таких проектов без существенной государственной поддержки.

Важным фактором для решения проблемы рентабельности молочного скотоводства являются недостаточная государственная поддержка молочного скотоводства, которая в целом по стране составляет около 5% от производственных издержек. Хотя, в государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (в ред. от 31.12.2020 № 2469), поставлена цель, увеличение объемов производства продукции животноводства – на 10,2 %, а программа развития энергетики, предусматривает доведение в общем балансе страны доли возобновляемых источников энергии до 4,5 %. Особо остро встает вопрос оптимизации государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей по направлению животноводства. Государственная поддержка отраслей животноводства включает: развитие молочного животноводства; поддержка племенного животноводства; поддержка племенного крупного рогатого скота мясного направления.

На развитие животноводства из бюджетных средств государственной программы в 2020 г. было выделено 33,3 млрд. рублей, в том числе мясное и молочное скотоводство поддержали в объеме 9,35 млрд. рублей и 24,85 млрд. рублей соответственно.

По данным счетной палаты, причинами неэффективности государственной поддержки являются:

- избыточное количество субсидий (что ведет к непродуктивному использованию бюджетных средств);
- дублирование некоторых субсидий (например, поддержка молочного животноводства регламентируется двумя отдельными подпрограммами);

- не востребованность субсидий по некоторым направлениям.

В Германии сложилась противоположная ситуация по сравнению с Россией, там наблюдается перепроизводство молока, страна самообеспечена молочными продуктами питания на 100%, а основная масса ферм оснащена по последнему уровню техники. Несмотря на то, что в Германии наблюдается перепроизводство молока Государственная поддержка молочного животноводства в 4 раза выше, чем в России. Особое место в Германии уделяют так называемым объединениям семейных ферм, где численность крупного рогатого скота не превышает 40 голов, объединениям предоставляются дотации для приобретения оборудования для переработки, охлаждения, сортировки и предпродажной подготовки продукции.

Самые большие субсидии выделяются на поддержку безотходного производства. Максимальный размер субсидий для этих целей составляет 200 тыс. евро на 3-летний период, также предоставляются госгарантии по кредиту в размере 80% его стоимости. Благодаря биогазовым установкам на фермах применяется безотходная технология производства молока, а выработанная на них электроэнергия поставляется в ближайшие населенные пункты. В Германии тоже имеются свои проблемы, связаны они с высокой выбраковкой стада и с низкой ценой на реализацию молока, что делает не выгодным производство молока и грозит исчезновением целых отраслей молочного направления в ряде регионов страны. Возникли эти проблемы, прежде всего, из-за «погони повышения продуктивности коров» и сокращения рынков сбыта молочной продукции. К примеру, пик спада цен пришелся на введение Россией запрета на поставки молочной продукции 7 августа 2014 г. Для устранения этих проблем в Германии разработаны программы «Поддержка инноваций в сфере АПК» и «Антикризисная программа правительства ФРГ по АПК».

Сравнительная характеристика основных видов поддержек молочного животноводства в России и Германии представлена в таблице 1.

**Таблица 1 - Основные виды господдержки развития молочного животноводства в России и Германии**

Россия	Германия
<ul style="list-style-type: none"> <li>- страхование элитного поголовья скота;</li> <li>- бюджетные дотации;</li> <li>- выплата компенсации сельскохозяйственным товаропроизводителям из расчета определенной суммы субсидии на 1 кг реализованного или переработанного молока;</li> <li>- компенсация части затрат сельхозпроизводителям, на содержание, приобретение КРС – из расчета определенной суммы субсидии за голову из маточного стада;</li> <li>- возмещение части затрат сельскохозяйственным организациям и КФХ на создание животноводческого комплекса молочного направления – до 50% затрат;</li> <li>- возмещение недополученного дохода производителем при сдерживании роста цен на социально значимые продукты.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дотации на луга и пастбища в размере 37 евро/га, при этом на 1 корову субсидируется только 3 га пастбищ; на эти цели предусмотрено 113 млн. евро ежегодно (111 млн. евро – средства федерального бюджета, 2 млн. евро – средства ЕС);</li> <li>- дотация на молочных коров в размере 21 евро на голову для производящих молоко хозяйств; на эти цели предусмотрено 85 млн. евро, из которых средства из федерального бюджета – 55 млн. евро;</li> <li>- дополнительная дотация на луга и пастбища в размере 20 евро/га выплачивается в рамках антикризисной программы ЕС для молочного сектора, ФРГ выделяет на эти цели 61 млн. евро.</li> </ul>

Для того, чтобы Белгородская область занимала лидирующие позиции в биоэнергетике, нужно усовершенствовать законодательную базу посредством введения льготных тарифов и специальных льгот, а также необходимо детально проработать федеральный закон «Об отходах производства и потребления». В качестве примера внедрения биогазовых установок на производстве могут служить как западные, так и восточные страны – Германия, Япония, Китай, Израиль, в которых строго регламентирована законодательная база в этом вопросе [13].

Например, в Германии и Японии существуют зеленые тарифы для производителей электроэнергии на основе биогазовых установок. В этих странах в законодательной базе прописано, что все предприятия обязаны покупать излишки электроэнергии, произведенной с помощью возобновляемых источников энергии по льготному тарифу, причем стоимость продаваемой электрической энергии на 10-15% выше, чем при использовании традиционных видов топлива.

В Китае выделяются специальные дотации для приобретения биогазового оборудования в размере 200 миллионов долларов ежегодно на поддержку строительства биогазовых технологий. Дотация на каждую установку равняется 50% средней стоимости. Также проводится политика грантов, для развития собственного производства биогазового оборудования.

В Белгородской области проблема экологии занимает особое место, так как область является одним из лидеров российского АПК. Она производит 1679,8 тыс. т. мяса и 442,5 тыс. т. молока, что составляет десятую часть прибыли в сельском хозяйстве России. Сосредоточение большого количества ферм, приводит к большому скоплению навоза, которое оказывает губительное влияние на окружающую среду. Например, на земельном участке сельскохозяйственного назначения, прилегающем к молочно-товарному комплексу в селе Ерик, Белгородского района, на площади 4,6 га инспектором управления Россельхознадзора в ходе проверки обнаружены бурты навоза крупного рогатого скота. Исследования почвенных проб, показали загрязнение данной части земельного участка бактериями группы кишечной палочки и энтерококками. Такие случаи не единичные, аналогичные ситуации прослеживаются в Губкинском, Чернянском районах, где руководители сельхозпредприятий зачастую ради собственной прибыли пренебрегают экологией.

Чтобы избежать подобных ситуаций, необходимо ввести новые законы и изменить существующие в экологическом законодательстве, а также принять программу по развитию биогазовой энергетики. Например, в ФРГ ещё в 1975 г. была реализована программа по сокращению общего объема отходов за счет безотходных технологий, увеличения сроков службы продукции, повышения коэффициента полезного использования сырья и самих отходов, включая утилизацию вторичного сырья, использования отходов в качестве источников энергии и их включения в биологический кругооборот веществ [14].

Благодаря этой блестяще реализованной программе экологическая обстановка в Германии является примером для других стран, а экологическое законодательство лучшим в мире. В стране нет экологических проблем, так как на сельскохозяйственных предприятиях применяются технологии безотходного производства.

Россия может частично перенять опыт западных стран и с изменениями ввести в отдельных регионах, таких как Белгородская область [15]. К тому же опыт применения биогазовых установок для утилизации сельскохозяйственных отходов у области уже есть. Функционирующих в Белгородской области двух биогазовых установок – Байцуры в Борисовском районе и Лучки в Прохоровском районе для обеспечения экологически чистого производства и уничтожения отходов недостаточно, их должно быть намного больше. Использовать биогазовые установки можно не только на крупных, но и на средних и малых предприятиях.

Анализ биогазовой энергетики показал, что использование биогазовых установок имеет больше достоинств, чем недостатков (таблица 2).

Таблица 2 - Достоинства и недостатки биогазовых энергетических установок

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>- уменьшение количества органических отходов за счет их переработки;</li> <li>- производство чистого и экологического топлива – метана;</li> <li>- возможность получение чистого органического удобрения, так как в процессе брожения большинство возбудителей и семян сорняков погибают, так же запахи от полученного удобрения неприятны мухам и грызунам;</li> <li>- в процессе ферментации азот, фосфор, калий и другие ингредиенты удобрения почти полностью сохраняются, часть органического азота преобразуется в аммиачный азот, а это увеличивает его ценность;</li> <li>- остатки процесса метанового брожения можно использовать в качестве корма для животных;</li> <li>- простота процесса биогазового брожения, который не требует выделение кислорода из воздуха;</li> <li>- использование анаэробного шлама в качестве быстрого начала брожения при загрузке первичного сырья, без применения питательных веществ;</li> <li>- биогазовые установки работают 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, круглый год. Автоматическое управление системой, для управления достаточно одного человека два часа в день.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство сложное и требует больших инвестиций в строительство;</li> <li>- требуется высокий уровень строительства, управления и обслуживания, что в свою очередь затрудняет их применение в России, так как нет опыта их сооружения;</li> <li>- не предусмотрено необходимое законодательство, а также нет поддержки со стороны государства;</li> <li>- первоначальное анаэробное распространение брожения происходит медленно.</li> </ul>

Чтобы изучить практическое применение биогазового оборудования, был проведен расчет фермы «Ландыш» компании ОАО Зеленая Долина Белгородской области.

Ферма «Ландыш» компании Зеленая Долина имеет: пашни -1587 га, сенокосов - 213 га, пастбищ - 65 га, многолетних насаждений - 135 га. Предприятие обеспечивает себя большей частью кормовых ресурсов. Общее поголовье крупного рогатого скота составляет 800 голов из них 400 голов дойного стада. По данным на 2018 г. производство молока составляет 23200 ц, сумма выручки от реализации продукции 57640 тыс. руб., затраты на производство 44590,7 тыс. руб., прибыль 13049,3 тыс. руб. Общее количество работников составляет по этой организации 32 человека.

Определяем суточное поступление биомассы навоза  $m_{БМ.Н.}$ , кг/сут., по формуле:

$$m_{БМ.Н.} = \sum N_{ж} \cdot m_{эк}$$

где  $N_{ж}$  – количество крупного рогатого скота (КРС), гол;  $m_{эк}$  – суточный выход экскрементов от КРС, кг/гол.

После подстановки значений получим:  $m_{БМ.Н.} = 800 \cdot 30 = 24000$  кг/сут

Долю сухого вещества в биомассе  $m_{СВ.Н.}$ , кг/сут, определяем по формуле:

$$m_{СВ.Н.} = m_{БМ.Н.} \cdot \left[ 1 - \frac{\phi_{БМ.Н.}}{100} \right],$$

где  $\phi_{БМ.Н.}$  – влажность биомассы, % принимаем среднее значение 75%,  $m_{БМ.Н.}$  - суточное поступление биомассы, кг/сут.

После подстановки значений получим:  $m_{СВ.Н.} = 24000 \cdot \left[ 1 - \frac{75}{100} \right] = 6000$  кг/сут

Долю сухого органического вещества  $m_{C.O.B.H.}$ , кг/сут., определяем по формуле

$$m_{C.O.B.H.} = m_{C.B.H.} \cdot \rho_{C.O.B.},$$

где  $\rho_{C.O.B.}$  – доля органического вещества в сухом веществе, принимаем равным из таблицы 0,8.

После подстановки значений получим:  $m_{C.O.B.H.} = 6000 \cdot 0,8 = 4800$  кг/сут.

Определим выход биогаза  $V_{пол}$ , м<sup>3</sup>, при полном разложении сухого органического вещества

$$V_{пол} = m_{C.O.B.H.} \cdot n_{ЭК},$$

где  $n_{ЭК}$  – выход биогаза из 1 кг СОВ, для коровников принимаем равным 0,55 м<sup>3</sup>/кг.

После подстановки значений получим:  $V_{пол} = 4800 \cdot 0,55 = 2640$  м<sup>3</sup>.

Объем полученного биогаза при использовании сухого вещества  $V_{б1}$ , м<sup>3</sup>, при выбранной продолжительности метанового брожения:

$$V_{б1} = V_{пол} \frac{n_t}{100},$$

где  $V_{пол}$  – выход биогаза при полном разложении сухого органического вещества, м<sup>3</sup>,  
 $n_t$  – доля выхода биогаза при данной продолжительности брожения, принимаем 59%.

После подстановки значений получим:  $V_{б1} = 2640 \cdot \frac{59}{100} = 1557,6$  м<sup>3</sup>.

Долю сырого органического вещества  $m_{СЫР.О.В.}$ , кг/сут., определяем по формуле

$$m_{СЫР.О.В.} = m_{БМ.Н.} - m_{C.O.B.H.},$$

где  $m_{БМ.Н.}$  – суточное поступление биомассы, кг/сут.,  $m_{C.O.B.}$  – суточное поступление сухого органического вещества, кг/сут.

После подстановки значений получим:  $m_{СЫР.О.В.} = 24000 - 4800 = 19200$  кг/сут.

Для того, чтобы переработать долю сырого вещества, его смешивают с растительной массой и добавляют необходимое количество воды, чтобы общая влажность составила 85%. Для того, чтобы анаэробный процесс происходил стабильно и с максимальным выходом газа, необходимо чтобы на 1500 кг коровьего навоза приходилось 3500 кг отходов различных растений.

Учитывая выход биогаза, содержание метана и количество, потребляемое биогазовой установкой растений – 3500 кг, из них берем 2500 кг кукурузной силосной массы и 1000 кг травяной силосной массы.

Коэффициент требуемой массы для биогазовой установки  $n_m$ , находим из соотношения:

$$n_m = \frac{m_{СЫР.О.В.}}{m_{норм.н.}},$$

где  $m_{СЫР.О.В.}$  – биомасса сырого органического вещества кг,  $m_{норм.н.}$  – масса нормы навоза, кг.

После подстановки значений получим

$$n_m = \frac{19200}{1500} = 12,8$$

Требуемую кукурузную силосную массу  $m_{к.с.}$ , кг, находим по формуле

$$m_{к.с.} = n_m \cdot m_{норм.к.с.},$$

где  $n_m$  - коэффициент требуемой массы для биогазовой установки, кг,  $m_{норм.к.с.}$  - масса нормы кукурузного силоса, кг.

После подстановки значений получим

$$m_{к.с.} = 12,8 \cdot 2500 = 32000 \text{ кг.}$$

Требуемую травяную силосную массу  $m_{т.с.}$ , кг, находим по формуле

$$m_{т.с.} = n_m \cdot m_{норм.т.с.},$$

где  $n_m$  - коэффициент требуемой массы для биогазовой установки, кг,  $m_{норм.т.с.}$  - масса нормы травяного силоса, кг.

После подстановки значений получим

$$m_{т.с.} = 12,8 \cdot 1000 = 12800 \text{ кг.}$$

Общее количество биогаза  $V_{общ}$ , м<sup>3</sup> находим по формуле

$$V_{общ} = (m_{сыров} \cdot v_{б.н.} + m_{к.с.} \cdot v_{б.к.} + m_{т.с.} \cdot v_{б.т.}) \cdot n_v$$

где  $m_{сыров}$  - биомасса сырого органического вещества, кг,  $v_{б.н.}$  - выход биогаза с одной тонны навоза, м<sup>3</sup>, где  $m_{к.с.}$  - биомасса кукурузного силоса, кг,  $v_{б.к.}$  - выход биогаза с одной тонны кукурузного силоса, м<sup>3</sup>, где  $m_{т.с.}$  - масса травяного силоса, кг,  $v_{б.т.}$  - выход биогаза с одной тонны травяного силоса, м<sup>3</sup>,  $n_v$  - выход биогаза из 1 кг сырого органического вещества, для коровников принимаем равным 0,5.

После подстановки значений получим

$$V_{общ} = (19,2 \cdot 350 + 32 \cdot 700 + 12,8 \cdot 580) \cdot 0,5 = 18272 \text{ м}^3.$$

Объем полученного биогаза при использовании сырого вещества  $V_{б2}$ , м<sup>3</sup>, при выбранной продолжительности метанового брожения:

$$V_{б2} = V_{общ} \frac{n_t}{100},$$

Где  $V_{общ}$  - выход биогаза при полном разложении сухого органического вещества, м<sup>3</sup>,  $n_t$  - доля выхода биогаза при данной продолжительности брожения, принимаем 59%.

После подстановки значений получим

$$V_{б2} = 18272 \cdot \frac{59}{100} = 10780,5 \text{ м}^3.$$

Общий объем полученного биогаза  $V_{б}$ , м<sup>3</sup>, при выбранной продолжительности метанового брожения:

$$V_{б} = V_{б1} + V_{б2}$$

$V_{б1}$ ,  $V_{б2}$  - объем полученного биогаза, м<sup>3</sup>, при выбранной продолжительности метанового брожения.

$$V_{б} = 1557,6 + 10780,5 = 12338,1 \text{ м}^3$$

Месячный объем полученного биогаза  $V_{б}^м$ , м<sup>3</sup>, определяем по формуле

$$V_{\delta}^M = V_{\delta} \cdot 30,$$

где  $V_{\delta}$ - объем полученного биогаза, м<sup>3</sup>.

После подстановки значений получим

$$V_{\delta}^M = 12338,1 \cdot 30 = 370143 \text{ м}^3.$$

Годовой объем полученного биогаза  $V_{\delta}^c$ , м<sup>3</sup>, определяем по формуле

$$V_{\delta}^c = V_{\delta} \cdot 365,$$

где  $V_{\delta}$ - объем полученного биогаза, м<sup>3</sup>.

$$V_{\delta}^c = 12338,1 \cdot 365 = 4503406,5 \text{ м}^3.$$

Общую биомассу, загружаемую в метантанк  $m_{БМ.общ}$ , кг, находим по формуле

$$m_{БМ.общ} = m_{БМ.Н.} + m_{к.с.} + m_{т.с.}$$

После подстановки значений получим

$$m_{БМ.общ} = 24000 + 32000 + 12800 = 68800 \text{ кг}$$

Объем метантанка  $V_{MT}$ , м<sup>3</sup>, определяем по формуле

$$V_{MT} = \frac{(0,7...0,9) \cdot m_{БМ.общ} \cdot t_B}{\rho_{БМ}},$$

где  $t_B$  – продолжительность брожения, принимаем 20сут;  $\rho_{БМ}$  – коэффициент плотности массы, принимаем 100кг/м<sup>3</sup>.

После подстановки значений получим

$$V_{MT} = \frac{0,9 \cdot 68800 \cdot 20}{100} = 12384 \text{ м}^3.$$

Диаметр метантанка  $d_{MT}$ , м, определим по формуле

$$d_{MT} = \frac{\sqrt{V_{MT}}}{2\pi},$$

где  $V_{MT}$  - объем метантанка, м<sup>3</sup>.

После подстановки значений получим

$$d_{MT} = \frac{\sqrt{12384}}{2\pi} = 17,7 \text{ м.}$$

Как правило, метантанки имеют цилиндрическую форму, отношение высоты к его внутреннему диаметру принимается равным  $h/d = 0,9...1,3$ . Соответственно высоту  $h_{MT}$ , м, находим из следующей формулы

$$h_{MT} = 0,9 \cdot d_{MT}$$

После подстановки значений получим

$$h_{MT} = 0,9 \cdot 17,7 = 15,9 \text{ м.}$$

Количество теплоты  $Q_{ПОД}$ , МДж, требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса брожения:

$$Q_{ПОД} = m_{БМ} \cdot c_{БМ} \cdot (t_{ПР} - t_{ЗАГР}) \cdot 10^{-3},$$



где  $c_{БМ}$  средняя теплоемкость биомассы, принимаем  $4,18 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $t_{ПР}$  - температура процесса брожения  $^\circ\text{C}$ ,  $t_{ЗАГР}$  - температура загружаемой биомассы,  $^\circ\text{C}$ . Принимается равной среднемесячной температуре окружающего воздуха, если меньше  $5^\circ\text{C}$ , то принимается  $5^\circ\text{C}$ .

После подстановки значений получим

$$Q_{ПОД} = 68800 \cdot 4,18 \cdot (35 - 5) \cdot 10^{-3} = 8627,5 \text{ МДж.}$$

Годовое количество теплоты, требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса брожения  $Q_{ПОД}^Г$ , МДж, определяем по формуле:

$$Q_{ПОД}^Г = Q_{ПОД} \cdot t_{СВТ}^Г,$$

где  $Q_{ПОД}$  - количество теплоты, требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса брожения, МДж,  $t_{СВТ}^Г$  - количество дней в году, принимаем 365 дней.

После подстановки значений получаем

$$Q_{ПОД}^Г = 8627,5 \cdot 365 = 3149037,5 \text{ МДж.}$$

Площадь поверхности метантанка  $F$ ,  $\text{м}^2$ , определим по формуле:

$$F = S_{БОК} + 2 \cdot S_{ОСН} = \pi \cdot d_{МТ} \cdot h_{МТ} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d_{МТ}^2}{4},$$

где  $S_{БОК}$  - площадь боковой поверхности метантанка,  $\text{м}^2$ ;  $S_{ОСН}$  - площадь основания метантанка,  $\text{м}^2$ .

После подстановки значений получаем

$$F = 3,14 \cdot 17,7 \cdot 15,9 + 2 \cdot \frac{3,14 \cdot 17,7 \cdot 17,7}{4} = 1375,5 \text{ м}^2.$$

Количество теплоты  $Q_{ПОТ}$ , Вт, теряемое в процессе теплоотдачи через стенку метантанка в окружающую среду:

$$Q_{ПОТ} = k \cdot F \cdot (t_{ПР} - t_{СР}),$$

где  $k$  - коэффициент теплоотдачи,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  принимаем  $0,4$ ;  $F$  - площадь поверхности метантанка,  $\text{м}^2$ ;  $t_{ПР}$  - температура процесса брожения  $^\circ\text{C}$ ,  $t_{СР}$  - средняя месячная температура воздуха,  $^\circ\text{C}$  принимаем  $15$ .

После подстановки значений получаем

$$Q_{ПОТ} = 0,4 \cdot 1375,5 \cdot (35 - 15) = 11004 \text{ Вт}$$

Переведем количество теплоты, теряемое в окружающую среду в  $Q_{ПОТ}^Г$ , МДж/год:

$$Q_{ПОТ}^Г = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{ПОТ} \cdot t_{ЧГ},$$

где  $Q_{ПОТ}$  количество теплоты, теряемое в процессе теплоотдачи через стенку метантанка в окружающую среду, Вт,  $t_{ЧГ}$  - количество часов в году, из таблиц принимаем  $8760$  ч.

После подстановки значений получаем

$$Q_{ПОТ}^Г = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 11004 \cdot 8760 = 347020 \text{ МДж}$$

Общий расход энергии на механическое перемешивание субстрата в метантанке  $Q_{МЕХ}$ , Вт, определим по формуле

$$Q_{МЕХ} = q_{НОРМ} \cdot V_{МТ} \cdot z,$$

где  $q_{норм}$  – удельная нагрузка на мешалку, Вт ч/м<sup>3</sup>, принимаем 50,  $V_{MT}$  – объем метантанка, м<sup>3</sup>;  $Z$  – продолжительность работы мешалки, принимаем 8 часов в сутки.

После подстановки значений получаем

$$Q_{MEX} = 50 \cdot 12384 \cdot 8 = 4953600 \text{ Вт}$$

Общий расход энергии на механическое перемешивание субстрата в метантанке за год  $Q_{MEX}^{\Gamma}$ , МДж/год, определим по формуле

$$Q_{MEX}^{\Gamma} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{MEX} \cdot t_{CVT}^{\Gamma},$$

где  $Q_{MEX}$  – общий расход энергии на механическое перемешивание субстрата в метантанке, Вт,  $t_{CVT}^{\Gamma}$  – количество дней в году, принимаем 365.

После подстановки значений получаем

$$Q_{MEX}^{\Gamma} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4953600 \cdot 365 = 6509030,4 \text{ МДж}$$

Общие затраты энергии на поддержание процесса за год  $Q_{ОБЩ}^{\Gamma}$ , МДж, определяем по формуле

$$Q_{ОБЩ}^{\Gamma} = Q_{ПОД}^{\Gamma} + Q_{ПОТ}^{\Gamma} + Q_{MEX}^{\Gamma},$$

где  $Q_{ПОД}^{\Gamma}$  – годовое количество теплоты требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса брожения, МДж;  $Q_{ПОТ}^{\Gamma}$  – количество теплоты, теряемое в окружающую среду, МДж/год;  $Q_{MEX}^{\Gamma}$  – общий расход энергии на механическое перемешивание субстрата в метантанке за год, МДж/год.

После подстановки значений получаем

$$Q_{ОБЩ}^{\Gamma} = 3149037,5 + 347020 + 6509030,4 = 10005088 \text{ МДж}$$

Количество биогаза,  $V_{бз}^z$  м<sup>3</sup>необходимое для поддержания процесса:

$$V_{бз}^z = \frac{Q_{ОБЩ}^{\Gamma}}{q_{бз}},$$

где  $Q_{ОБЩ}^{\Gamma}$  – общие затраты энергии на поддержание процесса за год, МДж,  $q_{бз}$  – коэффициент выделения метана, МДж/м<sup>3</sup>.

После подстановки значений получим

$$V_{бз}^z = \frac{10005088}{50} = 200101,76 \text{ м}^3$$

Товарное количество биогаза  $V_{б.тов.}^z$ , м<sup>3</sup>/год определим по формуле

$$V_{б.тов.}^z = V_{б}^z - V_{бз}^z$$

После подстановки значений получим

$$V_{б.тов.}^z = 4503406,5 - 200101,76 = 4303304,74 \text{ м}^3$$

Определим количество вырабатываемой энергии с получаемого объема биогаза за год  $E^z$ , кВтч, по формуле

$$E^z = V_{б}^z \cdot e,$$

где  $V_6^e$  - объем полученного биогаза за год, м<sup>3</sup>,  $e$  - получаемая электроэнергия с 1 м<sup>3</sup>кВтч. Так как биогазовая установка относится к возобновляемым источникам энергии, то в будущем можно воспользоваться зелеными тарифами, закон о котором в настоящее время разрабатывается в государственной думе. «Зеленый тариф» – это специальный тариф, по которому государство покупает у предприятий или физических лиц электроэнергию, произведенную с помощью возобновляемых источников энергии. Но пока законов о зеленых тарифах нет, поэтому воспользуемся обычным тарифом 2 кВтч.

После подстановки значений получим

$$E^e = 4303304,74 \cdot 2 = 8606609,5 \text{ кВтч.}$$

Определим годовое количество дохода  $D_{Эл}^e$ , руб., получаемое от электроэнергии за год по формуле

$$D_{Эл}^e = E^e \cdot n,$$

где  $E^e$  - количество вырабатываемой энергии с получаемого объема биогаза за год, кВтч,  $n$  - тариф за электроэнергию для конкретной области. Тариф на электроэнергию для населения Белгородской области, проживающего в сельской местности, составляет 2,70 руб. за 1 кВт.ч.

После подстановки значений получим

$$D_{Эл}^e = 8606609,5 \cdot 2,7 = 23237846 \text{ руб.}$$

Учитывая, что анаэробный процесс протекает в благоприятных условиях, то 70% загружаемой биомассы разлагается, а остальные 30% уходит в остаток, то есть в органические удобрения это удобрение ещё называют эффлюент. Эффлюент – органические удобрения, полученные в результате анаэробной переработки органических отходов в ферментаторах.

Количество получаемой массы органического удобрения  $m_{oy}$ , кг, получим по формуле

$$m_{oy} = 30\% \cdot m_{БМ},$$

где  $m_{БМ}$  - общая масса биомассы, кг.

После подстановки значений получим

$$m_{oy} = 0,3 \cdot 68800 = 20640 \text{ кг}$$

Доход от продажи органического удобрения  $D_{oy}$ , руб., определим по формуле

$$D_{oy} = m_{oy} \cdot s_{oy},$$

где  $m_{oy}$  - где масса органического удобрения, кг,  $s_{oy}$  - стоимость удобрения за 1000 руб./т.

После подстановки значений получим

$$D_{oy} = 20,640 \cdot 1000 = 20640 \text{ руб.}$$

Годовой доход от продажи органического удобрения  $D_{oy}^e$ , руб., определим по формуле

$$D_{oy}^e = D_{oy} \cdot 365,$$

где  $D_{oy}$  - доход от продажи органического удобрения, руб.

После подстановки значений получим

$$D_{oy}^e = 20640 \cdot 365 = 7533600 \text{ руб.}$$

Общий годовой доход, получаемый от биогазовой установки  $D^z$ , руб., определяем по формуле

$$D^z = D_{эл}^z + D_{ОУ}^z,$$

где  $D_{эл}^z$  - годовое количество дохода, получаемое от электроэнергии за год, руб.,  $D_{ОУ}^z$  - годовой доход от продажи органического удобрения, руб.

После подстановки значений получим

$$D^z = 23237846 + 7533600 = 30771446 \text{ руб.}$$

Общие затраты на загружаемые в биогазовую установку травяной и кукурузный силос  $C_{общ.н.}$ , руб. определим по формуле

$$C_{общ.н.} = m_{к.с.} \cdot S_{к.с.} + m_{т.с.} \cdot S_{т.с.},$$

где  $m_{к.с.}$  - масса кукурузного силоса, т,  $S_{к.с.}$  - стоимость одной тонны кукурузного силоса, принимаем 1000 руб./т,  $m_{т.с.}$  - масса травяного силоса, т,  $S_{т.с.}$  - стоимость одной тонны травяного силоса, принимаем 900 руб./т.

После подстановки значений получим

$$C_{общ.н.} = 32 \cdot 1000 + 12,8 \cdot 900 = 43520 \text{ руб.}$$

Общие годовые затраты на загружаемые в биогазовую установку травяной и кукурузный силос  $C_{общ.н.}^z$ , руб. определим по формуле

$$C_{общ.н.}^z = C_{общ.н.} \cdot 365,$$

где  $C_{общ.н.}$  - общие затраты на загружаемые в биогазовую установку травяной и кукурузный силос, руб.

После подстановки значений получим

$$C_{общ.н.}^z = 43520 \cdot 365 = 15884800 \text{ руб.}$$

Определим прибыль, получаемую за год от биогазовой установки  $\Pi^z$ , руб., по формуле

$$\Pi_{б.у.}^z = D^z - C_{общ.н.}^z,$$

где  $D^z$  - общий годовой доход, получаемый от биогазовой установки, руб.,  $C_{общ.н.}^z$  - общие затраты на загружаемые в биогазовую установку травяной и кукурузный силос, руб.

После подстановки значений получим

$$\Pi^z = 30771446 - 15884800 = 14886646 \text{ руб.}$$

Необходимую биогазовую установку на 800 голов может сделать немецкая компания Seva Energie AG совместно с российской компанией ООО «Альт Энерго», известные так же в России своим проектом - первой в стране биогазовой станцией промышленных масштабов «Лучки» (Прохоровский район Белгородской области) которая была запущена 25 июня 2012 г. Расчетная стоимость биогазовой установки составит примерно 1,5 млн. евро, то есть в рублях это 112095000 руб.

Окупаемость биогазовой установки  $T_{ОК}$ , лет, определим по формуле

$$T_{ОК} = \frac{C_{вст}}{\Pi^z},$$

где  $C_{уст}$  - стоимость установки, руб.,  $P^e$  - годовая прибыль, получаемая от биогазовой установки руб.

После подстановки значений получим:

$$T_{ок} = \frac{112095000}{14886646} = 7,5 \text{ лет.}$$

Расчетные данные занесем в таблицу 3.

**Таблица 3 - Экономическая эффективность биогазовой установки за год**

Наименование показателя	Значение
Количество биогаза, потребляемое биогазовой установкой	200101,76м <sup>3</sup>
Товарное количество биогаза	4303304,74 м <sup>3</sup>
Общее количество вырабатываемого биогаза	4503406,5 м <sup>3</sup>
Затраты на кукурузный и травяной силос	158884800 руб.
Доход от продажи электроэнергии	23237846 руб.
Доход от продажи удобрения	7533600 руб.
Общий доход	30771446 руб.
Прибыль	14886646 руб.
Стоимость установки	112095000 руб.
Окупаемость	7,5 лет

**Заключение.** Исходя из расчета экономической эффективности данного проекта, можно сделать вывод, что потребляемое количество биогаза для собственных нужд незначительное, больше всего выручки поступает за счет реализации электроэнергии, основные и единственные затраты идут на кукурузный и травяной силос, окупаемость установки среднесрочная. Учитывая тот фактор, что годовая прибыль всей компании «Зеленая Долина» составляет 65 млн. руб., выплачивать за установку предприятие будет в рассрочку, причем в Германии это довольно таки часто практикуется.

Для более быстрого внедрения биогазовых установок необходимо использовать административный ресурс:

- обязывать покупать близкие предприятия излишки электроэнергии, произведенной с помощью возобновляемых источников энергии по льготному тарифу;
- давать дотацию на каждую установку в размере 50% средней стоимости, проводить политику грантов для развития собственного производства биогазового оборудования;
- в разы повысить штрафы за нарушение экологического законодательства;
- разработать налоговые льготы для тех организаций, которые будут соблюдать технологию безотходного производства, и брать на себя ответственность за утилизацию отходов близлежащих предприятий. К примеру, введение на первые 10 лет необлагаемого минимума для прибыли.

Исследования показали, что в РФ применять альтернативные источники энергии безотходного технологического производства целесообразно и жизненно необходимо. Благодаря им можно получать не только постоянный доход за счет продажи электроэнергии в ближайшие поселения и продажи удобрения – эффлюента, которое остается после метанового брожения, но и способствовать развитию технологического процесса безотходного производства, что позволит достичь независимости от внешних поставщиков энергии и удобрений.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № 18-47-310008.*

#### Библиография

1. Акупиан О. С., Човган Н. И. Механизм повышения конкурентоспособности российского зерна на внутреннем и внешнем рынках // АПК: экономика, управление. 2019. Апрель. С. 64-73. doi: 10.33305/194-64.
2. Акупиан О. С., Капинос Р. В. Региональные аспекты инвестиционной привлекательности предприятий аграрной // Финансовая жизнь. 2018. № 1. С. 4-8.
3. Добрунова А. И., Олива Л. В., Сидоренко А. А. От экологизации землепользования к производству экологически чистой продукции и к устойчивому развитию сельских территорий // Казанская наука. 2015. № 10. С. 127-130.

4. Distinctive features of classification of factors determining the economic behavior of economic entities predominantly rural areas from the standpoint of the theory of long waves / R. Kapinos, A. Dobrunova, O. Akupiyanyan, et al. // International review. 2018. No. 1. P. 15. doi: <https://doi.org/10.32461/2226-3209.1.2018.178145>.
5. Regional aspects of research of agricultural enterprises of ecological orientation / R. Kapinos, O. Akupiyanyan, D. Kravchenko, et al.// Amazonia investiga. 2019. Vol. 8. No. 23. P. 565.
6. Акупиан О. С., Капинос Р. В. Инновационные подходы к развитию сельских территорий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 3 (19). С. 50-60.
7. Акупиан О. С., Капинос Р. В. Инновационные кластеры некоммерческих аграрных экологической направленности как фактор развития региональной экономики // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 130-140.
8. Видякин А. В. Проблемы и направления развития производства говядины на региональном уровне // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 1. С. 62–66. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10112.
9. Петросов Д. А., Петросова Н. В., Мирошниченко И. В. Разработка имитационной модели биогазовой установки в условиях биологического земледелия // Наука и бизнес: пути развития. 2019 № 2 (92). С. 31-38.
10. Ломазов А.В., Ломазов В.А. Стейкхолдер-анализ инновационных агропроектов // Фундаментальные исследования. 2017. № 9-1. С. 200-205.
11. Economics, organization and management of environmental engineering in farms and rural individual entrepreneurs of environmental orientation / Kapinos R.V., Chovgan N.I., Akupiyanyan O.S., Kravchenko D.P. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52075.
12. Применение сценарного подхода при разработке и прогнозировании результатов региональных программ развития агропромышленного комплекса / Ломазов В.А., Акупиан О.С., Капинос Р.В., Ломазов А.В. //Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 225-238.
13. Линтон Д. Неявные участники: вклад искусства, гуманитарных и социальных наук в создание инноваций // Форсайт Т. 12 N. 3. 2018. С. 6-12.
14. Миловидов В. (2019) Инновации, устойчивый рост и энергетика: возможен ли цивилизационный рынок? // Форсайт Т. 13 N. 1. С. 62-68.
15. Трач Д., Мельничук Л. Аграрные преобразования как фактор социально-экономического развития сельских территорий // АПК: экономика, управление. 2020. Февраль. С. 63-72. doi: 10.33305/202-63.

#### References

1. Akupiyanyan O. S., Chovgan N. I. Mechanism of increasing the competitiveness of Russian grain in the domestic and foreign markets // agro-industrial complex: Economics, management. 2019. April. Pp. 64-73. doi: 10.33305 / 194-64.
2. Akupiyanyan O. S., Kapinos R. V. Regional aspects of investment attractiveness of agricultural enterprises // Financial life. 2018. no. 1. Pp. 4-8.
3. Dobrunova A. I., Oliva L. V., Sidorenko A. A. From ecologization of land use to production of environmentally friendly products and to sustainable development of rural territories // Kazan science. 2015. no. 10. Pp. 127-130.
4. Distinctive features of classification of factors determining the economic behavior of economic entities predominantly rural areas from the standpoint of the theory of long waves / R. Kapinos, A. Dobrunova, O. Akupiyanyan, et al. // International review. 2018. No. 1. P. 15. doi: <https://doi.org/10.32461/2226-3209.1.2018.178145>.
5. Regional aspects of research of agricultural enterprises of ecological orientation / R. Kapinos, O. Akupiyanyan, D. Kravchenko, et al.// Amazonia investiga. 2019. Vol. 8. No. 23. P. 565.
6. Akupiyanyan O. S., Kapinos R. V. Innovative approaches to the development of rural territories // Innovations in agriculture: problems and prospects. 2018. № 3 (19). Pp. 50-60.
7. Akupiyanyan O. S., Kapinos R. V. Innovative clusters of non-commercial agricultural ecological orientation as a factor of regional economy development // Innovations in agriculture: problems and prospects. 2019. No. 4 (24). Pp. 130-140.
8. Vidyakin A.V. Problems and directions of development of beef production at the regional level // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2020. Vol. 34. No. 1. Pp. 62-66. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10112.
9. Petrosov D. A., Petrosova N. V., Miroshnichenko I. V. Development of a simulation model of a biogas plant in the conditions of biological agriculture // Science and business: ways of development. 2019 No. 2 (92). Pp. 31-38.
10. Lomazov A.V., Lomazov V.A. Stakeholder analysis of innovative agricultural projects // Basic research. 2017. No. 9-1. S. 200-205.
11. Economics, organization and management of environmental engineering in farms and rural individual entrepreneurs of environmental orientation / Kapinos R.V., Chovgan N.I., Akupiyanyan O.S., Kravchenko D.P. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52075.
12. Application of the scenario approach in the development and forecasting of the results of regional programs for the development of the agro-industrial complex / Lomazov V. A., Akupiyanyan O. S., Kapinos R. V., Lomazov A.V. //Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2020. No. 4 (28). pp. 225-238.
13. Linton D. Implicit participants: the contribution of art, humanities and social sciences to the creation of innovations // Foresight Vol. 12 N. 3. 2018. pp. 6-12.

14. Milovidov V. (2019) Innovations, sustainable growth and energy: is a civilizational breakthrough possible? // Forsyth T. 13 N. 1. P. 62-68.

15. Trach D., Melnichuk L. Agrarian transformations as a factor of socio-economic development of rural territories // agro-industrial complex: economy, management. 2020. February. Pp. 63-72. doi: 10.33305/202-63.

#### Сведения об авторах

Добрунова Алина Ивановна, кандидат социологических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503

Акупиян Ольга Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9040956652, E-mail: ol-ga71@mail.ru

Ломазов Вадим Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики, физики, химии и информатики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9606279397, E-mail: vlomazov@yandex.ru

Акупиан Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503

Капинос Роман Валерьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский аграрный государственный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9066050860, E-mail: rkapinos@yandex.ru

#### Information about authors

Dobrunova Alina Ivanovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503.

Akupiyan Olga Stanislavovna, 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.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89040956652, E-mail: ol-ga71@mail.ru

Lomazov Vadim Aleksandrovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematics, Physics, Chemistry and Informatics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89606279397, E-mail: vlomazov@yandex.ru

Akupiyan Andrey Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin", Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503

Kapinos Roman Valerievich, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economic, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina ", st. Vavilova, 1, Maysky, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 380686135551, E-mail: rkapinos@yandex.ru

УДК 338.43: 636.2.34 (470.325)

*Ю.А. Кутаёв*

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

**Аннотация.** Эффективность функционирования отрасли молочного скотоводства определяется рядом биологических, организационно-технологических и экономических особенностей. Среди таких особенностей следует выделить повсеместность производства молока, обусловленную несущественной зависимостью от природно-климатических условий и организационно-технологического уклада. На основании данных FAOSTAT было установлено, что в мире отмечается тенденция роста производства молока в 1,28 раза в период 1961-2019 гг. Среди производителей молока по состоянию на 2019 г. лидируют с большим отрывом США и Индия, в то время как Россия занимает только 6 место в мировом рейтинге. Второй значимой особенностью отрасли является использование в качестве основного средства производства биологического объекта – животных. В мире за последние 60 лет поголовье крупного рогатого скота выросло на 60,4 %, что может косвенно свидетельствовать о развитии молочного скотоводства в мире. Максимальное поголовье крупного рогатого скота зафиксировано в Бразилии и в Индии. Россия по данному показателю находится на 18 месте с поголовьем КРС в стране в 11,8 раза меньше, чем у лидера. Третья особенность обусловлена способностью коровы синтезировать молоко, что и определяет эффективность отрасли. Максимальная молочная продуктивность в мире была достигнута в Израиле, где молочная продуктивность в 2018 г. составила 13412 кг. Также высокая продуктивность отмечается в США, Великобритания, Канада и Франция. Россия в данном рейтинге занимает 36 место с молочной продуктивностью 4920 кг в расчете на одну голову. Проведенный анализ особенностей развития отрасли молочного скотоводства в России и за рубежом позволяет утверждать, что в России есть как экстенсивные резервы развития отрасли, так и интенсивные.

**Ключевые слова:** молочное скотоводство, рейтинг, тенденции, производство молока, поголовье крупного рогатого скота, молочная продуктивность, резервы

## FEATURES OF DEVELOPMENT OF DAIRY CATTLE BREEDING IN RUSSIA AND ABROAD

**Annotation.** The efficiency of the functioning of the dairy farming industry is determined by a number of biological, organizational, technological and economic characteristics. Among these features, the ubiquity of milk production should be highlighted, due to an insignificant dependence on natural and climatic conditions and organizational and technological structure. Based on FAOSTAT data, it was found that there is a tendency for milk production to increase by 1.28 times in the period 1961-2019 in the world. Among milk producers as of 2019, the USA and India are leading by a wide margin, while Russia is only 6th in the world ranking. The second significant feature of the industry is the use of a biological object - animals as the main means of production. Over the past 60 years, the number of cattle in the world has grown by 60.4%, which may indirectly indicate the development of dairy farming in the world. The maximum number of cattle recorded in Brazil and India. According to this indicator, Russia is in 18th place with the number of cattle in the country 11.8 times less than that of the leader. The third feature is due to the ability of the cow to synthesize milk, which determines the efficiency of the industry. The highest milk production in the world was achieved in Israel, where milk production in 2018 was 13,412 kg. Also, high productivity is noted in the USA, UK, Canada and France. Russia takes 36th place in this rating with a milk yield of 4920 kg per head. The analysis of the peculiarities of the development of the dairy cattle breeding industry in Russia and abroad suggests that Russia has both extensive and intensive reserves for the development of the industry.

**Key words:** dairy farming, rating, trends, milk production, cattle population, milk productivity, reserves

Молочное скотоводство играет большую роль в развитии народнохозяйственного комплекса мировой агропродовольственной системы, поскольку именно в этой отрасли производится молоко – один из важнейших продуктов питания, который является источником белка, углеводов, микроэлементов и витаминов для человека. Один стакан молока обеспечивает потребность пятилетнего ребенка в белке на 48 % и в калориях – на 9 %. Самым популярным в мире остается коровье молоко, на долю которого приходится 83,0 % [8].

Эффективность развития молочного скотоводства определяется целым рядом факторов, обусловленных биологическими, организационными и экономическими особенностями функционирования отрасли [7].



Среди таковых особенностей стоит выделить повсеместность производства молока. Данная особенность связана с тем фактом, что молочное скотоводство, в отличие, например, от растениеводства, в малой степени зависит от природно-климатических условий и подвержено сезонности незначительно. Это позволяет производить молоко в различных климатических условиях и при различном уровне развития технологического уклада.

Данные, представленные Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО), позволяют выявить устойчивую тенденцию роста объемов производства молока. В 2019 г. в мире было произведено 716 млн т молока, что на 402,3 млн т, или в 1,28 раза больше, чем в 1961 г. (рис. 1).

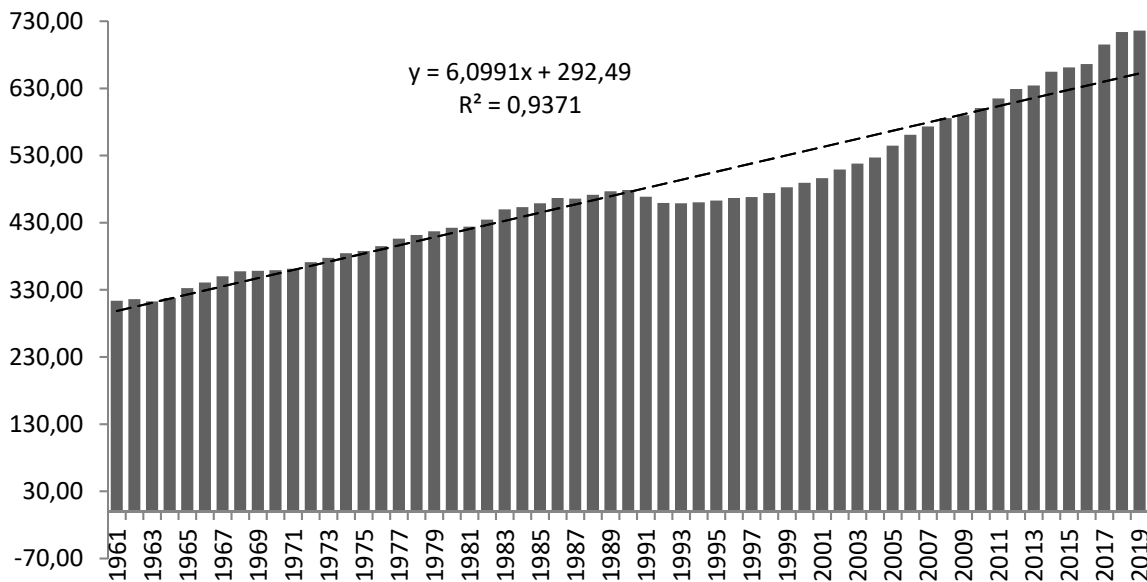


Рисунок 1 – Динамика производства молока в мире за 1961-2019 гг., млн т  
 Источник: построено автором по данным FAOSTAT [4]

Среди производителей молока по состоянию на 2019 г. лидируют с большим отрывом США с объемом производства 99,1 млн т и Индия – 90,0 млн т (рис. 2).

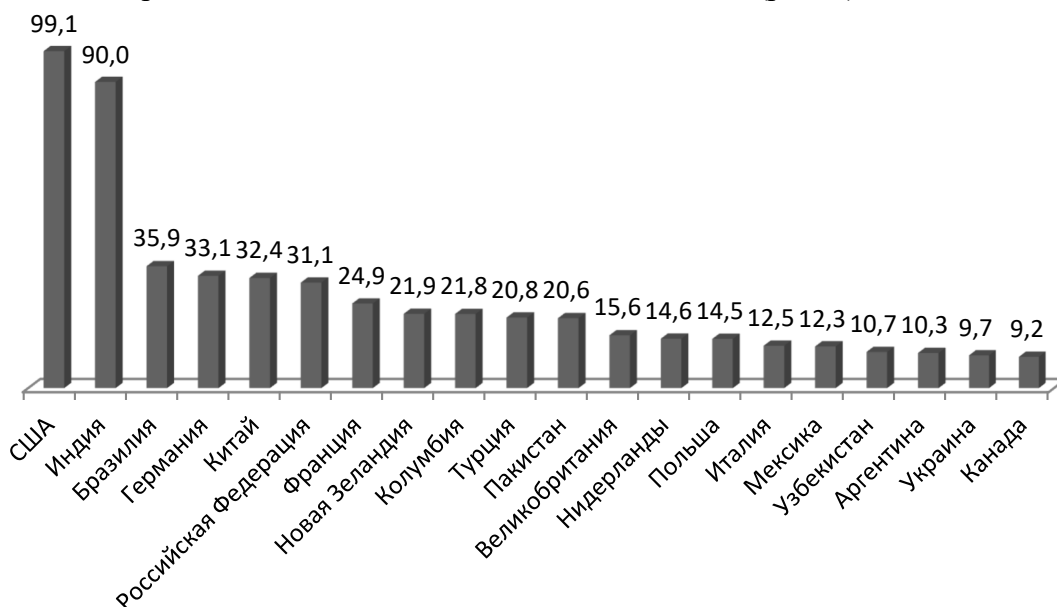


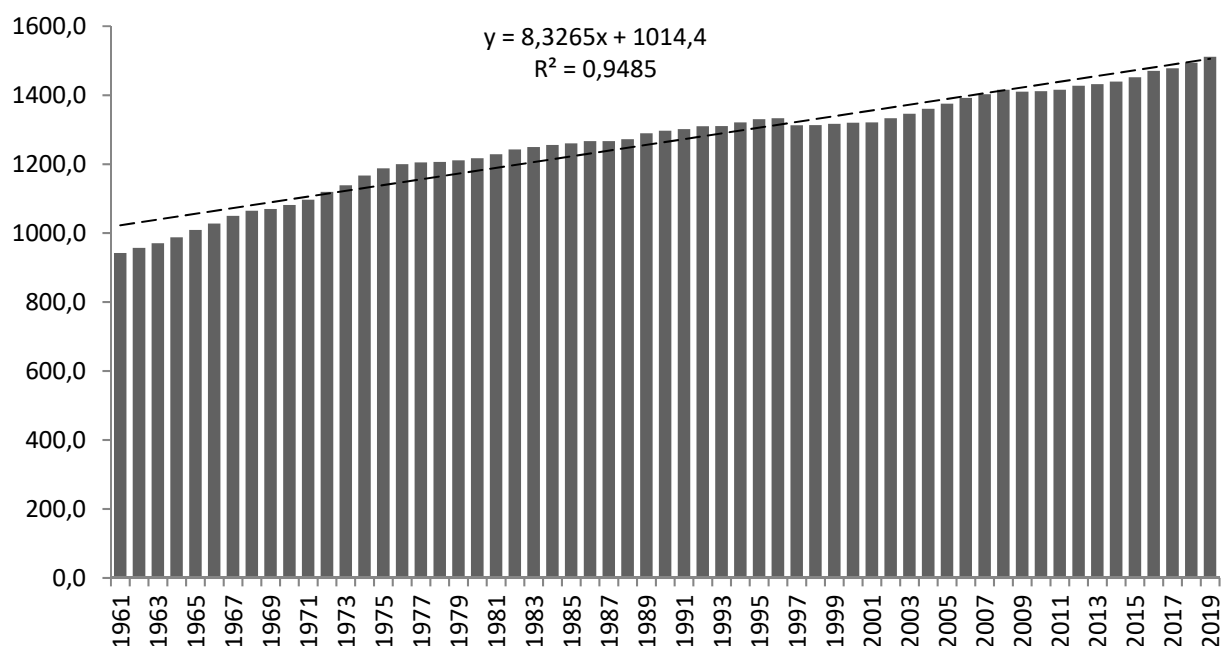
Рисунок 2 – Рейтинг топ-20 стран – производителей молока по состоянию на 2019 г., млн т  
 Источник: построено автором по данным FAOSTAT [4]

Россия в мировом рейтинге занимает 6 место с объемом производства 31,1 млн т. Замыкает рейтинг топ-20 стран – производителей молока Канада, где производство молока в 2019 г. достигло уровня 9,2 млн т. В Российской Федерации в целом за последние 100 лет производство

молока выросло на 74,7 %, что на 12,8 млн т больше, чем в 1917 г. Несмотря на рост производства молока, следует понимать, что данный уровень производства соответствует значениям валового производства молока 1957 г. [2].

Вторая особенность молочного скотоводства заключается в том, что главным средством производства в отрасли являются животные – биологический организм. Именно по этой причине в скотоводстве не могут быть применены традиционные подходы к организации технологических процессов. Для эффективного развития отрасли молочного скотоводства должны быть разработаны специальные организационно-технологические основы функционирования отрасли, учитывающие биологические и физиологические особенности жизнедеятельности животных.

Динамика изменения поголовья крупного рогатого скота в мире имеет тенденцию роста и свидетельствует о том, что за последние 60 лет поголовье выросло на 569,9 млн гол. и составило 1511,0 млн гол. в 2019 г., что на 60,4 % больше, чем в 1961 г. Данный факт может косвенно свидетельствовать о развитии отрасли молочного скотоводства в мире (рис. 3).



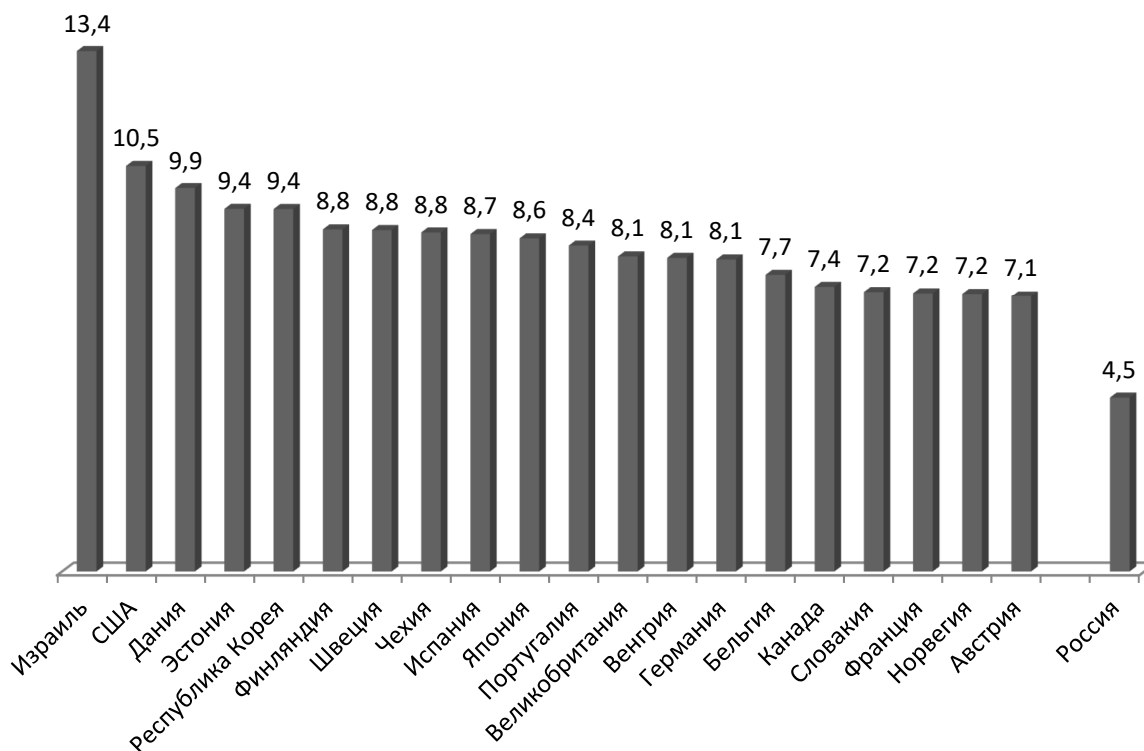
**Рисунок 3 – Динамика поголовья крупного рогатого скота в мире в 1961-2019 гг., млн гол.**  
 Источник: построено автором по данным FAOSTAT [1]

Максимальное поголовье крупного рогатого скота по состоянию на 2019 г. зафиксировано в Бразилии – 214,7 млн гол и в Индии – 193,5 млн гол. Россия по поголовью крупного рогатого скота находится на 18 месте с поголовьем крупного рогатого скота 18,2 млн гол., что в 11,8 раза меньше, чем у лидера (рис. 4). Следует обратить внимание на тот факт, что в рейтинг стран по поголовью крупного рогатого скота вошло определенное количество стран, не являющихся ведущими производителями молока. Это позволяет предположить, что в данных странах уровень развития отрасли молочного скотоводства крайне низок. К таковым следует отнести целый ряд африканских, таких как Эфиопия, Судан, Чад, Танзания, Кения, Нигерия, в которых, из-за особенностей природно-климатических условий, именно скотоводство является главной отраслью сельского хозяйства. Кроме того, значительное поголовье крупного рогатого скота отмечается в таких азиатских странах как Бангладеш, Мьянма, Индонезия, где молочное скотоводство получило развитие по причинам, обусловленным социокультурными особенностями.

В Российской Федерации за последние 100 лет можно выделить устойчивую негативную тенденцию сокращения поголовья крупного рогатого скота во всех категориях хозяйств. В 2018 г. в России поголовье крупного рогатого скота составило 18,2 млн гол., что является минимальным поголовьем КРС за последнее столетие. При этом максимальное поголовье скота приходилось на 1984 г. и составляло 60,0 млн гол. [5]. Данный спад во многом обусловлен общим

экономическим положением в стране, вызванным институциональными преобразованиями, в связи с переходом от плановой экономической системы к рыночной модели. Именно сокращение поголовья КРС следует рассматривать в качестве главной причины снижения валового производства молока. Рассчитанные коэффициенты парной корреляции позволяет утверждать, что между значениями валового производства молока и поголовьем КРС в стране отмечается высокая теснота связи ( $r = 0,89439$ ). Следовательно, можно предположить о существовании естественно-исторической закономерности развития отрасли молочного скотоводства, согласно которой развитие исследуемой отрасли определяется, в большей степени численностью поголовья КРС, и только во вторую очередь – продуктивностью коров [3].

Третья характерная особенность молочного скотоводства связана с тем, что эффективность отрасли определяется способностью коров синтезировать молоко, то есть продуктивностью сельскохозяйственных животных, которая в свою очередь зависит от условий содержания и уровня кормления. Молочная продуктивность коров, как фактор, отражающий качественное развитие отрасли, определяется множеством организационно-технологических характеристик и является интегральным показателем, позволяющим оценить уровень развития научно-технологической составляющей в молочном скотоводстве. Об этом свидетельствует и мировой рейтинг стран по молочной продуктивности коров, который возглавляет Израиль, где в расчете на 1 корову в 2018 г. было получено 13412 кг молока (рис. 4). Данная страна не обладает значительным поголовьем крупного рогатого скота, но высокая интенсивность развития отрасли молочного скотоводства позволяет в значительной степени использовать биологический потенциал сельскохозяйственных животных [6].

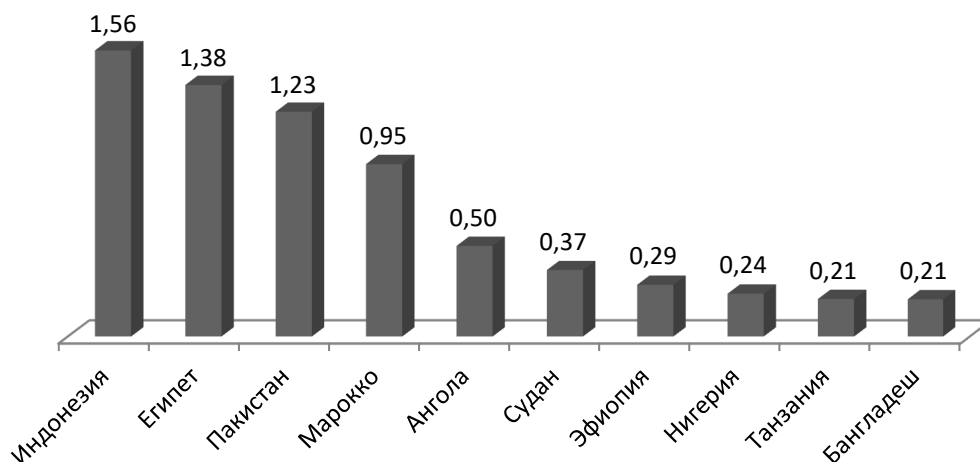


**Рисунок 4 – Рейтинг топ-20 стран по уровню молочной продуктивности коров в 2018 г., т**  
 Источник: построено автором по данным Росстата [6]

Из стран – крупнейших производителей молока в рейтинг топ-20 по молочной продуктивности попали только четыре страны: США, Великобритания, Канада и Франция. Россия в данном рейтинге занимает лишь 36 место со средней молочной продуктивностью 4920 кг в расчете на одну голову, что практически в 3,0 раза меньше, чем продуктивность коров в Израиле, занимающем лидирующее место по данному показателю.

Также следует отметить, что большое число развивающихся стран, вошедших в топ-20 по численности поголовья крупного рогатого скота, имеют низкую молочную продуктивность,

что обусловлено низкой эффективностью отрасли молочного скотоводства (рис. 5). В частности, минимальная молочная продуктивность отмечается в Народной республике Бангладеш, где в расчете на одну корову в среднем за год было получено всего 205 кг молока, что в 65,4 раза меньше, чем в Израиле, и в 21,9 раза меньше, чем в России. Кроме того, к ним относятся Республика Судан, Эфиопия, Федеративная Республика Нигерия и Объединенная Республика Танзания.



**Рисунок 5 – Страны с минимальной молочной продуктивностью коров в 2018 г., т**  
 Источник: построено автором по данным Росстата [6]

В Российской Федерации в 2018 г. достигнут исторический максимум продуктивности коров за период 1917-2018 гг. – 4920 кг, что в 4,4 раза больше, чем в 1917 г.

Таким образом, анализ особенностей отрасли молочного скотоводства, как в целом в мире, так и в Российской Федерации позволил выявить устойчивую тенденцию наращивания объемов производства молока. При этом, на долю России приходится всего 4,3% валового производства молока в мире. На основании сравнения численности поголовья крупного рогатого скота и молочной продуктивности коров в РФ с ведущими странами можно утверждать, что в России есть как экстенсивные резервы увеличения производства молока за счет увеличения поголовья коров, так и интенсивные – за счет увеличения их молочной продуктивности.

#### Библиография

1. Живые животные [Электронный ресурс] / Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QA> (дата обращения: 11.03.21).
2. Китаёв Ю.А. Отечественные и мировые тенденции развития молочного скотоводства // Современные проблемы экономики АПК и их решение: материалы III Национальной конференции. 2020. С. 176-181.
3. Китаёв Ю.А. Тенденции развития молочного скотоводства в России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13. № 3 (66). С. 182-187.
4. Основные продукты животноводства [Электронный ресурс] / Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QL> (дата обращения: 11.03.21).
5. Российский статистический ежегодник. 2019. Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 9.03.2021).
6. Россия и страны мира. 2020: Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://gks.ru/bgd/regl/b20\\_39/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b20_39/Main.htm) (дата обращения: 8.03.2021).
7. Терновых К.С., Коробков Е.В. Мясное скотоводство России: состояние и ориентиры развития // Московский экономический журнал. 2020. № 2. С. 25.
8. Факты о молоке [Электронный ресурс] / Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций. Режим доступа: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/ru/c/276904/> (дата обращения: 11.03.21).

#### References

1. Live animals [Electronic resource] / Official site of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Access mode: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QA> (date of access: 11.03.21).

2. Kitaev Yu.A. Domestic and world trends in the development of dairy cattle breeding // Modern problems of the economy of the agro-industrial complex and their solution: materials of the III National conference. 2020. S. 176-181.
3. Kitaev Yu.A. Trends in the development of dairy cattle breeding in Russia // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2020.Vol. 13.No. 3 (66). S. 182-187.
4. Basic animal products [Electronic resource] / Official website of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Access mode: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QL> (date of access: 03/11/21).
5. Russian statistical yearbook. 2019. Stat. Sat. [Electronic resource]. - Access mode: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (date of access: 9.03.2021).
6. Russia and the countries of the world. 2020: Stat. Sat. [Electronic resource]. - Access mode: [https://gks.ru/bgd/regl/b20\\_39/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b20_39/Main.htm) (date of access: 03/08/2021).
7. Ternovykh K.S., Korobkov E.V. Meat cattle breeding in Russia: state and development guidelines // Moscow economic journal. 2020.No. 2.P. 25.
8. Facts about milk [Electronic resource] / Official website of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Access mode: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/ru/c/276904/> (date of access: 03/11/21).

#### **Сведения об авторах**

Китаёв Юрий Александрович, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел.: +74722 39-26-97, e-mail: [yurgenk@inbox.ru](mailto:yurgenk@inbox.ru)

#### **Information about authors**

Kitaev Yuriy Aleksandrovich, PhD in economics, head of the Department of economic theory and economics of agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-26-97, e-mail: [yurgenk@inbox.ru](mailto:yurgenk@inbox.ru)

УДК 338.43 (472.346)

*Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко*

## АНАЛИЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

**Аннотация.** Основной целью любого предприятия к устойчивому экономическому развитию является обеспечение доходности его деятельности. Доходность предприятия связана прежде всего с понятием эффективности — это соотношение конечного результата производства и затрат на его получение. На всех этапах исторического развития общество интересовало вопрос: ценой каких затрат и ресурсов достигается конечный производственный результат? Иными словами, критерием эффективности является достижение наивысших результатов с наименьшими затратами.

В условиях рыночной экономики прибыль выступает как цель деятельности всех коммерческих организаций (предприятий), конечный финансовый результат. Получение прибыли жизненно необходимо предприятиям, так как прибыль служит источником финансовых ресурсов для их развития.

Рост прибыли создает финансовую базу для самофинансирования, расширенного воспроизводства, решения проблем социальных и материальных потребностей трудовых коллективов. По прибыли определяются доля доходов учредителей и собственников, размеры дивидендов и других доходов. За счет прибыли выполняется часть обязательств предприятия перед бюджетом, банками и другими предприятиями и организациями. Показатели прибыли являются важнейшими для оценки производственной и финансовой деятельности предприятий. Они характеризуют степень его деловой активности и финансового благополучия.

Анализ доходности предприятия дает возможность руководству предприятия получить информацию о тенденции в работе предприятия, его финансовом состоянии для принятия решений относительно дальнейшей деятельности. Следовательно, каждый экономический субъект стремится максимизировать прибыль и повысить уровень рентабельности.

**Ключевые слова:** рентабельность, прибыль, эффективность, доходы, расходы.

## CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE ECONOMY AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE BELGOROD REGION

**Abstract.** The stable financial and economic situation of the organization determines, first of all, the constant steady growth of labor productivity, return on funds, profitability of production and the implementation of the plan for profit. Since the effectiveness of any agricultural organization is related to its ability to make a profit, it is necessary to systematically analyze the indicators of financial condition according to the annual accounting (financial) statements. The article presents the results of the analysis of the financial condition of the enterprise for 2017-2019 according to the SEC "Gorin collective Farm", which is specialized in the pig industry with developed dairy farming and production of grain, feed and industrial crops. Special attention is paid to the analysis of the composition, structure and dynamics of indicators of income and expenses of the organization, profit, profitability. During the calculations, it was found that the cooperative is functioning effectively, but the values of financial indicators are significantly reduced, so it is advisable to implement measures that will have a favorable impact on its development. Based on the materials of this enterprise, the reserves for profit growth are calculated due to an increase in sales of main types of products, improving the quality of products sold. Moreover, the authors emphasize that in practice, when developing measures, it is necessary to take into account not only external factors that affect economic performance, but also internal factors that determine the successful effective operation of the enterprise. Usually internal factors are related to the following main areas of increase in profit: increase production of agricultural products; reduce production costs; improve product quality and production of its new VI-Dov superior quality; improving the efficiency of other business and commercial operations; reducing management costs. The calculations proposed in the article are of practical significance for this organization.

**Key words:** profitability, profit, efficiency, income, expenses.

Исследование проводилось на основе показателей годовой бухгалтерской отчетности СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района. Ныне СПК «Колхоз имени Горина» – это единый мощный организм, многоотраслевое предприятие, включающее в себя замкнутый цикл сельскохозяйственного производства целого ряда отраслей: растениеводства, животноводства, конечной переработки и получения готовой, экологически чистой и высококачественной продукции, а также её реализация в собственной фирменной торговой сети, что способствует росту доходности предприятия в целом.

Экономическая целесообразность функционирования предприятия в рыночных условиях определяется получением дохода. Поэтому в экономическом анализе важное место занимает анализ доходности предприятия. Предприятие получает доходы главным образом от реализации продукции, а также от других видов деятельности. Поэтому доходность предприятия следует изучать в тесной связи с использованием и реализацией продукции. Объем реализации, величина прибыли, уровень рентабельности зависят от производственной, снабженческой, финансовой, маркетинговой деятельности предприятия. Иначе говоря, эти показатели характеризуют все стороны хозяйствования.

В процессе анализа доходности деятельности предприятия изучается в первую очередь состав балансовой прибыли, ее структура, динамика и выполнение плана за отчетный год.

Для обеспечения сопоставимости данных абсолютные показатели пересчитаем в относительные показатели (процент к выручке) (таблица 1).

**Таблица 1 - Состав, структура и динамика результатов хозяйствования**

Наименование показателя	2017г.	2018г.	2019г.	Отклонение 2019г. от 2017г., (+;-)	Уровень в % к выручке в базисном периоде	Уровень в % к выручке в отчетном периоде	Отклонение уровней (+;-)
Выручка, тыс. руб.	2038362	2117899	1922587	-115775	100,0	100,0	-
Себестоимость продаж, тыс. руб.	1600098	1677515	1570327	-29771	78,5	81,7	3,2
Валовая прибыль, тыс. руб.	438264	440384	344654	-93610	21,5	17,9	-3,6
Коммерческие расходы, тыс. руб.	-	-	7606	7606	-	0,4	-
Прибыль от продаж, тыс. руб.	438264	440384	344654	-93610	21,5	17,9	-3,6
Проценты к получению, тыс. руб.	24274	25280	31183	6909	1,2	1,6	0,4
Проценты к уплате, тыс. руб.	-	4253	8827	8827	-	0,5	-
Прочие доходы, тыс. руб.	223408	144989	164868	-58540	11,0	8,6	-2,4
Прочие расходы, тыс. руб.	150975	226425	212733	61758	7,4	11,1	3,7
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	534972	379976	319145	-215827	26,2	16,6	-9,6
Текущий налог на прибыль, тыс. руб.	10850	7094	9924	-926	0,5	0,5	0
Чистая прибыль, тыс. руб.	524122	272883	309221	-214901	25,7	16,1	-9,6
Всего доходов, тыс. руб.	2286044	2288168	2118638	-167406	-	-	-
Всего расходов, тыс. руб.	1751073	1908193	1799493	48420	-	-	-
Коэффициент соотношения доходов и расходов	1,31	1,2	1,18	-0,13	-	-	-

Изучив состав и структуру финансовых результатов СПК «Колхоз имени Горина» можно сделать вывод о том, что в 2019 г. предприятием было получено 2118638 тыс. руб. доходов, что на 167406 тыс. руб. меньше по сравнению с 2017г. Доходы СПК «Колхоз имени Горина» складываются из выручки от продаж, процентов к получению и прочих доходов. Соответственно, снижение доходов Кооператива обусловлено снижением выручки от продаж на 115775 тыс. руб. и прочих доходов, в частности субсидий и сдачи земли в аренду на 58540 тыс. руб.

Как видно из данных таблицы, со снижением выручки в 2019г. снизилась и прибыль от продаж на 93610 тыс. руб. По отношению к выручке она занимает 17,9%, что на 3,6% меньше базисного года.

Учитывая рост процентов к уплате и снижение прочих доходов в текущем году прибыль до налогообложения также снизилась и составила 319145 тыс. руб., что повлекло за собой также снижение чистой прибыли почти на 215 млн. руб. По отношению к выручке сумма прибыли до налогообложения составила 16,6%, а чистая прибыль – 16,1%.

Следует отметить, что расходы СПК «Колхоз имени Горина» складываются из себестоимости продаж, процентов к уплате и прочих расходов.

Сумма расходов Кооператива в 2019г. составила 1799493 тыс. руб., превысив значение базисного года на 48420 тыс. руб. И связано это с ростом процентов к уплате и прочих расходов. Сумма прочих расходов предприятия в 2019г. возросла на 61758 тыс. руб.

В результате коэффициент соотношения доходов и расходов в 2019г. снизился на 0,13 и составил 1,18 п.п., т.е. доходы предприятия полностью покрывают расходы и в резерве предприятия остается 18% доходов.

Деятельность любого предприятия ориентирована на получение определенных результатов. Однако одни предприятия уверенно достигают поставленных целей своей деятельности, а другие – работают менее успешно.

Выручка, получаемая от продажи сельскохозяйственной продукции, является важным элементом кругооборота средств предприятия, так как за ее счет показываются затраты на производство. Поэтому наряду с анализом количественных изменений продажи продукции особый интерес представляет анализ выполнения плана выручки от продажи продукции и изменение этого показателя за счет некоторых факторов - объема реализованной продукции и цена реализации.

Для улучшения и стабилизации, как продажи, так и уровня производства в СПК «Колхоз имени Горина» необходимо постоянно улучшать качество производимой продукции, выявлять новые каналы сбыта с более выгодными условиями цен и объемов поставок, что позволит добиться максимизации прибыли.

Прибыль предприятия зависит от различных факторов. Практически все факторы, прямо или косвенно оказывают влияние на результаты хозяйствования предприятия. Прямое влияние факторов можно определить с помощью факторного анализа, а косвенные факторы можно выявить с помощью определенных показателей.

Основную часть прибыли предприятия получают от реализации продукции и услуг. В процессе анализа изучаются динамика, выполнение плана прибыли от реализации продукции и определяются факторы изменения ее суммы. Структурно-логическая факторная модель прибыли от реализации представлена на рисунке 1. Опираясь на данные рисунка 1, прибыль от реализации продукции в целом по предприятию зависит от четырех факторов: объема реализации продукции ( $VP$ ); его структуры ( $U_{дi}$ ); себестоимости ( $C_i$ ) и уровня среднереализационных цен ( $Ci$ ).

$$П = \sum [VP_{общ} \cdot U_{дi} \cdot (Ci - C_i)]$$



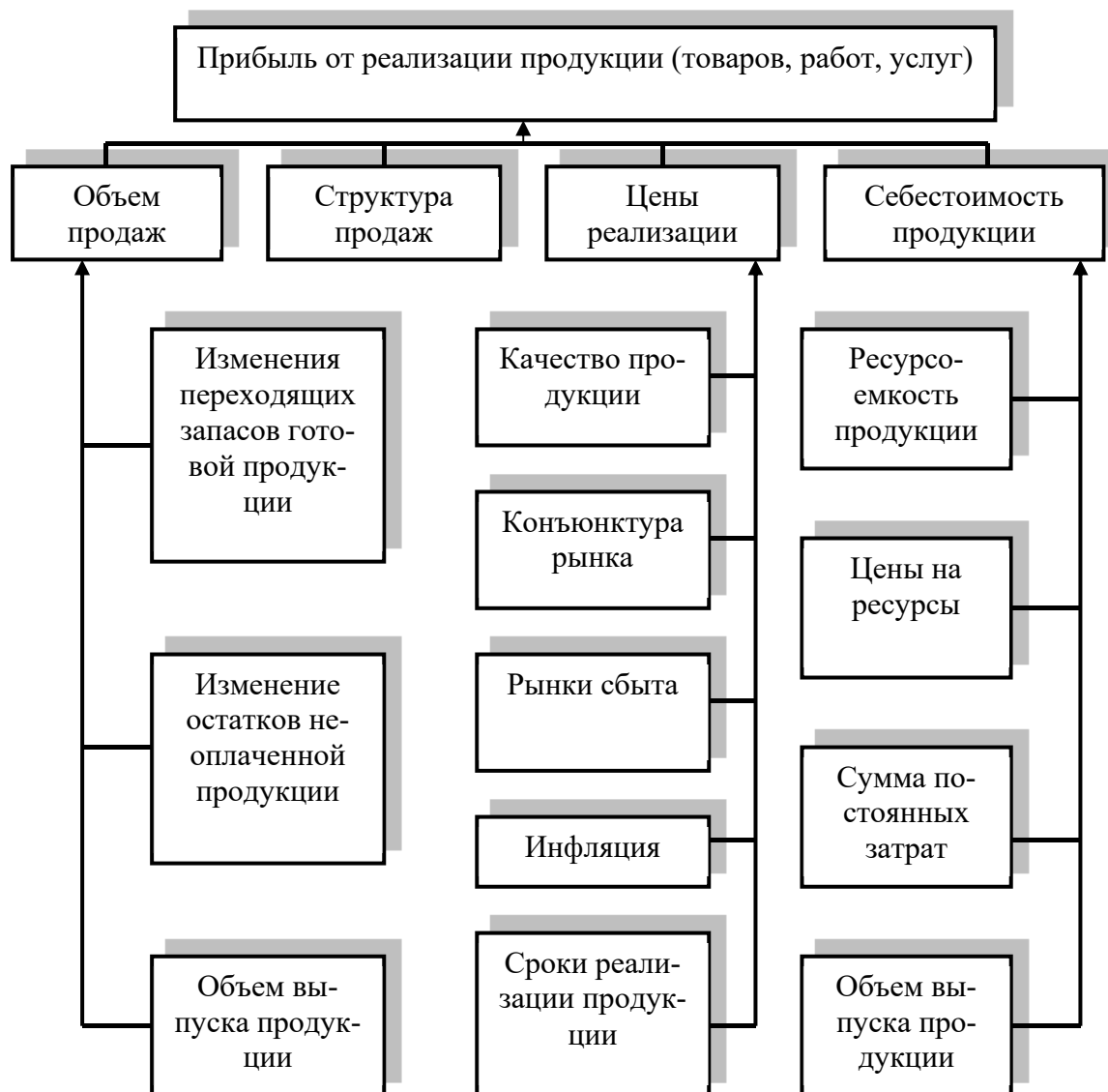


Рис. 1 - Структурно-логическая факторная модель прибыли от реализации продукции (товаров, работ, услуг)

Одним из этапов оценки финансовых результатов деятельности организации является выявление причин изменения суммы прибыли путем проведения факторного анализа прибыли от реализации отдельных видов продукции.

Необходимо также проанализировать выполнение плана прибыли от реализации отдельных видов продукции, величина которых зависит от трех факторов:

- объема продажи продукции ( $VP\Pi_i$ );
- себестоимости ( $C_i$ );
- среднереализационных цен ( $C_i$ ).

Факторная модель прибыли от реализации ( $\Pi_i$ ) отдельных видов продукции имеет вид:

$$\Pi_i = VP\Pi_i \cdot (C_i - C_i).$$

Расчеты проводятся по всем основным видам продукции (таблица 2).

**Таблица 2 - Анализ факторов, влияющих на прибыль от продажи основных видов продукции на предприятии**

Вид продукции	Количество реализованной продукции, ц		Средняя цена реализации, 1 ц, руб.		Полная себестоимость 1 ц, руб.		Прибыль от продаж, тыс. руб.		Отклонение от плановой прибыли, тыс. руб.			
	план	факт	план	Факт	план	факт	план	факт	Всего	в т.ч. за счет		
										объема	цены	себестоимости
<b>2017 г.</b>												
Зерновые культуры	5000	5365	500	383,76	480	482,2	100	-528	-628	342,2	-727	-243,2
Свиный в живом весе	135000	134121	8700	8719,73	7000	6951,04	229500	237219	7719	-654,62	4670,55	3703,07
Молоко	210000	213209	2500	2526,47	1500	1529,39	210000	212586	2586	1623,8	1688,2	-726
<b>2018 г.</b>												
Зерновые культуры	170000	172382,6	850	858,51	470	466,2	64600	67627	3027	1365,8	738,6	922,6
Свиный в живом весе	135000	133781	9000	9083,4	7100	7140,33	256500	259946	3446	-239,76	3940,67	-254,91
Молоко	215000	213241	2200	2291,47	1600	1611,37	129000	145025	16025	-234,5	16645,9	-386,4
<b>2019 г.</b>												
Зерновые культуры	45000	44236	950	948,35	460	464,44	22050	21406	-644	-283,11	-111,79	-249,1
Свиный в живом весе	130000	130666	8500	8605,08	7200	7281,93	169000	172891	3891	2793,74	2129,5	-1032,2
Молоко	210000	207290	2500	2499,79	1700	1787,11	168000	147731	-20269	-8931	-2464	-8874

Влияние факторов на изменение суммы прибыли по отдельным видам продукции произведем способом абсолютных разниц.

Применим следующую методику расчета:

$$P_{пл} = VPP_{пл} \cdot (C_{пл} - C_{пл})$$

$$P_{усл1} = VPP_{ф} \cdot (C_{пл} - C_{пл})$$

$$P_{усл2} = VPP_{ф} \cdot (C_{ф} - C_{пл})$$

$$P_{ф} = VPP_{ф} \cdot (C_{ф} - C_{ф})$$

Общее изменение прибыли от продаж:  $P_{Общ} = P_{ф} - P_{пл}$

В том числе за счет изменения:

- объема продаж:  $\Delta P_{VPP} = P_{усл1} - P_{пл}$ ;

- средней цены реализации:  $\Delta P_{Ц} = P_{усл2} - P_{усл1}$

- себестоимости:  $\Delta P_{С} = P_{ф} - P_{усл2}$

Так, в 2019г. от продажи зерна планировалось получить 22050 тыс. руб. прибыли от продаж, фактически было получено на 644 тыс. руб. меньше. Это обусловлено следующими факторами: за счет снижения объема продаж и цены реализации прибыль снизилась на 283,11 и 111,79 тыс. руб. соответственно, а за счет роста себестоимости - на 249,1 тыс. руб.

Прибыль от продажи свиней в живом весе в 2019г. составила 172891 тыс. руб., что на 3891 тыс. руб. больше уровня плана. Это обусловлено увеличением объемов продаж и цены реализации, в результате чего прибыль возросла на 2793,74 и 2129,5 тыс. руб. соответственно. План прибыли по реализации молока был недовыполнен на 20269 тыс. руб. Причиной этому послужило снижение объема продаж и фактической цены реализации по сравнению с запланированными показателями. За счет влияния этих факторов прибыль на предприятии снизилась на 8931 и 2464 тыс. руб. соответственно. Кроме того, рост себестоимости продаж по сравнению с плановым значением повлек за собой снижение фактической прибыли по сравнению с плановой на 8874 тыс. руб.

Что касается прошлых лет, то в 2018г. план прибыли от продажи был перевыполнен по всем видам реализуемой продукции. Это было связано, в основном, с ростом цены реализации. В 2017г. план по прибыли был также перевыполнен, за исключением реализации свиней в живом весе. Недовыполнение плана прибыли было связано со снижением объема продаж по сравнению с запланированным показателем. Современные условия ведения бизнеса требуют от хозяйствующих субъектов стремления функционировать с максимальной отдачей, поэтому время диктует внедрять на предприятиях всех форм собственности наиболее эффективные методы управления бизнесом. В большей степени это касается анализа и результатов финансово-хозяйственной деятельности.

Анализируя деятельность хозяйствующих субъектов, необходимо брать во внимание то, что наиболее обобщающую оценку дают показатели рентабельности (доходности).

Эффективность деятельности хозяйствующих субъектов характеризуют показатели доходности (рентабельности), которые в условиях жесткой конкуренции ведения бизнеса определяет способность предприятий к финансовому выражению, привлечению источников финансирования и их доходное (прибыльное) использование. Показатели рентабельности измеряют доходность предприятия с различных позиций и группируются в соответствии с интересами участников экономического процесса рыночного обмена. Учитывая, что важными определяющими факторной среды формирования дохода (прибыли) являются именно коэффициенты доходности, они также выступают важными критериями сравнительного анализа и оценки финансового состояния предприятий.

Различают три группы показателей доходности:

- а) общих активов (авансированного, совокупного капитала) и их отдельных элементов;
- б) продукции;
- в) показатели доходности, рассчитываемые на базе чистого притока денежных средств.

Для решения вопроса о целесообразности вложения средств в данное предприятие показателем эффективности использования активов (имущества) предприятия является определяющим.

Наиболее важным и наиболее правильным показателем, широко применяемым обобщающим показателем эффективности является показатель рентабельности производства, который определяется по формуле:

$$R_{\pi} = \frac{ЧП}{С} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$ЧП$  – чистая прибыль;

$С$  – себестоимость продаж.

Для того, чтобы определить выгодность производства и соответственно реализации того или иного вида продукции, предприятиям необходимо применять на практике показатель рентабельности продукции или затратноотдача. Он показывает сколько процентов прибыли получает предприятие исходя из затрат:

$$R_n = \frac{\Pi}{\sum C} \cdot 100\%,$$

где

$\Pi$  – прибыль от продаж;

$С$  – себестоимость продаж.

Следующим показателем, отражающим эффективность коммерческой деятельности предприятия является рентабельность продаж, который показывает размер прибыли от продаж в расчете с 1 руб. реализованной продукции:

$$D_{\pi} = \frac{\Pi}{B} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$B$  – выручка от продаж продукции.

Помимо указанных показателей при оценке доходности используют также показатели рентабельности капитала (имущества, находящегося в распоряжении предприятия), собственных средств, основных средств, финансовых вложений (инвестиций) и перманентного капитала (капитала, вложенного в деятельность других организаций на длительный срок).

Экономическая рентабельность или рентабельность активов является обобщающим и наиболее важным показателем доходности деятельности хозяйствующих субъектов. Он показывает сколько процентов прибыли получает предприятие в расчете на 1 руб. имеющегося имущества:

$$R_s = \frac{\Pi_{он}}{A} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$\Pi_{он}$  - прибыль до налогообложения.

$A$  – среднегодовая стоимость имущества.

Эффективность использования капитала и оборотных активов предприятия определяют по следующим формулам:

$$R_k = \frac{\Pi_{чист}}{A} \cdot 100\% ;$$

рентабельность оборотных активов:

$$R_{т.а.} = \frac{\Pi_{чист}}{A_{тек}} \cdot 100\% , \text{ где}$$

$\Pi_{чист}$  - чистая прибыль.

$A_m, A_{тек}$  - среднегодовая стоимость капитала и оборотных активов соответственно.

Для того чтобы выявить зависимость между величиной прибыли и суммой собственных и заемных средств на предприятии, т.е. насколько эффективно функционирование капитала, его доходность, на практике применяют такие показатели, как рентабельность собственного капитала ( $R_{с.к.}$ ) и заемного капитала (инвестиций) ( $R_{инв}$ ):

$$R_{с.к.} = \frac{\Pi_{чист}}{K_{соб}} \cdot 100\% ;$$

$$R_{инв} = \frac{\Pi n}{K_{соб} + K_{долг}} \cdot 100\% , \text{ где}$$

$K_{соб}$  - среднегодовая стоимость собственных средств предприятия.

$\Pi n$  - прибыль от продаж.

$K_{долг}$  - среднегодовая стоимость заемных средств предприятия.

Оценим доходность СПК «Колхоз имени Горина» в таблице в таблице 3.

**Таблица 3 – Оценка доходности предприятия**

Показатели	2017г.	2018г.	2019г.	Отклоне- ние 2019г. от 2017г., (+;- )
Выручка от продаж, тыс. руб.	2038362	2117899	1922587	-115775
Себестоимость продаж, тыс. руб.	1600098	1677515	1570327	-29771
Прибыль от продаж, тыс. руб.	438264	440384	344654	-93610
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	534972	379976	319145	-215827
Чистая прибыль, тыс. руб.	524122	272883	309221	-214901
Среднегодовая стоимость имущества, тыс. руб.	4265978	4872450	5384955	1118977
Среднегодовая стоимость оборотных активов, тыс. руб.	1954981	2186221	2548690	593709
Среднегодовая стоимость собственного капитала, тыс. руб.	3959832	4582739	4892491	932659
Среднегодовая стоимость заемного капитала, тыс. руб.	306146	289711	492464	186318
Уровень рентабельности продаж, %	21,5	20,8	17,9	-3,6
Уровень рентабельности продукции, %	27,4	26,3	21,9	-5,5
Уровень рентабельности капитала (имущества), %	12,5	7,8	5,9	-6,6
Уровень рентабельности оборотных активов, %	26,8	12,5	12,1	-14,7
Уровень рентабельности собственного капитала, %	13,2	6,0	6,3	-6,9
Уровень рентабельности заемного капитала, %	143,2	152,0	70,0	-73,2
Уровень рентабельности деятельности, %	32,8	22,2	19,7	-13,1

Анализ рентабельности предприятия, представленный в таблице 3 показал, что в СПК «Колхоз имени Горина» снизились показатели прибыли, что было обусловлено ростом прочих расходов и снижением выручки от продаж. В результате это отразилось на показателях рентабельности или доходности.

Оценивая доходность коммерческой деятельности, можно сделать вывод, что в 2019г. уровень рентабельности продаж на предприятии составил 17,9%, снизившись по сравнению с 2017г. на 3,6%. Как отмечалось выше, это связано со снижением выручки, и соответственно, прибыли от продаж.

Оценивая эффективность продаж продукции, можно сказать, что уровень рентабельности продукции в 2019г. снизился на 5,5% и составил 21,9%. Это говорит о том, что в расчете на 1 руб. затрат предприятие получило 17,9% прибыли.

Несмотря на снижение прибыли от продаж, и соответственно, чистой прибыли, благоприятным является тот факт, что себестоимость продаж в 2019г. также снизилась. В результате уровень рентабельности производства в 2019г. достиг 19,7%, снизившись на 13,1%.

Оценивая доходность капитала и активов в СПК «Колхоз имени Горина» можно отметить, что в 2019г. доходность имущества Кооператива составила 5,9%, что на 6,6% меньше уровня базисного года. Это связано со снижением чистой прибыли, несмотря на рост активов на 1118977 тыс. руб. Соответственно, снизилась и доходность оборотных активов и в 2019г. составила 12,1%.

Оценивая эффективность использования собственного и заемного капитала на предприятия, можно сделать вывод, что сумма собственного капитала в 2019г. возросла на 932659 тыс. руб. Однако, в результате снижения чистой прибыли доходность его снизилась почти на 7,0% и составила 6,3%. Снизилась также и доходность привлеченных средств и в текущем году составила 70,0%.

При оценке рентабельности предприятия, его ресурсов и активов встает задача диагностики факторов, влияющих на ее изменение. Большую часть прибыли предприятия получают от основной деятельности – от продажи продукции. Поэтому считаем целесообразным выявить факторы, влияющие на доходность основных видов продукции в таблице 4.

Уровень рентабельности продаж ( $R_{zi}$ ) зависит от изменения средних цен реализации ( $Ц_i$ ) и себестоимости единицы продукции ( $C_i$ ):

$$R_{zi} = \frac{П_i}{З_i} = \frac{Ц_i - C_i}{C_i}.$$

Диагностику влияния факторов на эффективность продаж проведем способом цепных подстановок и, учитывая специализацию предприятия, - разведение свиней, представим на примере основной продукции, производимой на предприятии – свиней в живом весе:

$$R_{пл} = \frac{Ц_{пл} - C_{пл}}{C_{пл}} = \frac{2526,47 - 1529,39}{1529,39} \cdot 100 = 65,2\%;$$

$$R_{усл} = \frac{Ц_{\phi} - C_{пл}}{C_{пл}} = \frac{2499,79 - 1529,39}{1529,39} \cdot 100 = 63,5\%;$$

$$R_{\phi} = \frac{Ц_{\phi} - C_{\phi}}{C_{\phi}} = \frac{2499,79 - 1787,11}{1787,11} = 39,9\%.$$

Общее изменение рентабельности свиней в живом весе:

$$\Delta R_{общ} = R_{\phi} - R_{пл} = 39,9 - 65,2 = -25,3\%;$$

в том числе за счет изменения:

а) среднего уровня отпускных цен

$$\Delta R_{ц} = R_{усл} - R_{пл} = 63,5 - 65,2 = -1,7\%;$$

б) уровня себестоимости продукции

$$\Delta R_{с} = R_{\phi} - R_{усл} = 39,9 - 63,5 = -23,6\%.$$

Осуществим проверку точности расчетов:

$$\Delta R_{общ} = \Delta R_{ц} + \Delta R_{с} = -1,7 + (-23,6) = -25,3\%.$$

**Таблица 4 - Анализ факторов, влияющих на уровень эффективности продаж основных видов продукции**

Виды продукции	Средняя цена реализации, 1 ц, руб.			Полная себестоимость, 1 ц, руб.			Уровень рентабельности продаж, %				Отклонение 2019г. от 2017г., (+; -)		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017г.	2018г.	2019г.	2017г.	2018г.	2019г.	усл. ов. ный	Все го	за счет изменения	
												цен ы	себе-стои-мо-сти
Зерновые культуры	383,76	858,51	948,35	482,2	466,2	464,44	-20,4	84,2	104,2	96,7	124,6	117,1	7,5
Свиньи в живом весе	8719,73	9083,4	8605,08	6951,04	7140,33	7281,93	25,4	27,2	18,2	23,8	-7,2	-1,6	-5,6
Молоко	2526,47	2291,47	2499,79	1529,39	1611,37	1787,11	65,2	42,2	39,9	63,5	-25,3	-1,7	-23,6

Анализ факторов, влияющих на рентабельность продаж показал, что в 2019г. рентабельность продаж свиней в живом весе составила 18,2%, что на 7,2% меньше, чем в 2017г. Это объяснимо снижением цены реализации свиней и ростом себестоимости, в результате за счет изменения цены уровень рентабельности продаж снизился на 1,6%, а за счет себестоимости – на 5,6%. От продажи молока уровень рентабельности продаж в текущем году составил 39,9%, в 2017г. его значение составляло 65,2%. За счет увеличения цены реализации уровень рентабельности продаж снизился на 1,7%, а рост себестоимости привел к снижению эффективности на 23,6%. Что касается продажи зерна, то в 2019г. она прибыльной, доходность продаж составила 104,2%, против 20,4% убыточности в 2017г. Это связано с увеличением цены реализации, за счет чего уровень рентабельность продаж повысился на 117,1% и снижением себестоимости, в результате чего уровень рентабельности продаж возрос на 7,5%.

Следовательно, можно сделать вывод, что если в Кооперативе будут рационально использоваться и задействованы в производстве имеющиеся ресурсы, в данном случае можно повысить прибыль на предприятии, которая напрямую отразится на показателях эффективности (доходности), т.е. это будет являться одним из составляющих успеха предприятия и повышения его доходности.

В целом же, как показала оценка доходности предприятия, Кооператив работает стабильно и эффективно. Однако, несмотря на это, прибыль и рентабельность предприятия быть увеличены благодаря комплексу мероприятий, направленных на повышение доходности.

Рассматривая прибыль как экономическую категорию, необходимо выделить выполняемые ею функции. В современной экономической науке не сложилось единого мнения, что относить к функциям прибыли. Как правило, выделяют две основные функции прибыли — измеритель (мера) эффективности общественного производства и стимулирующая функция.

Функция прибыли, как меры эффективности производства, заключается в том, что именно прибыль и рентабельность являются основными показателями успешной доходной деятельности предприятия и определяют принятие таких решений, как выход предприятия на новые рынки сбыта, переток капитала из одних отраслей в другие.

Стимулирующая функция прибыли определена тем, что прибыль создает возможности для наращивания капитала, а соответственно и увеличения объема производства, роста сегмента рынка, на котором действует организация, возможность выхода на новые рынки сбыта, что, в свою очередь, приводит к увеличению рабочих мест, увеличению налоговых поступлений в бюджет.

Для обеспечения стабильного роста прибыли предприятия постоянно ищут резервы ее увеличения. Под резервами роста прибыли понимаются количественно измеримые возможности ее дополнительного получения. Они выявляются как на стадии планирования, так и в процессе выполнения планов.

Резервы роста прибыли рассчитываются для каждого вида товарной продукции. Основными их источниками можно назвать увеличение объема реализации продукции, повышение цен, снижение себестоимости продукции, повышение качества товарной продукции, поиск более выгодных рынков сбыта и реализация в оптимальные сроки (рис. 2).

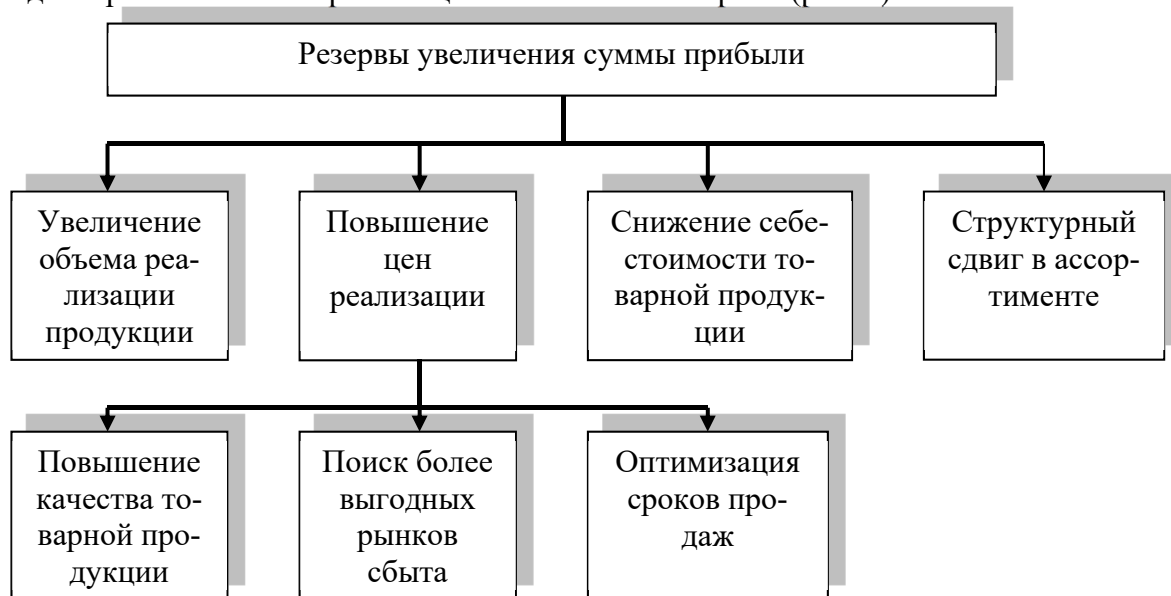


Рис. 2 - Резервы роста прибыли

Для определения резервов роста прибыли за счет увеличения объема реализации продукции выявленный ранее резерв роста объема реализации ( $P \uparrow VP\Pi$ ) необходимо умножить фактическую прибыль в расчете на единицу продукции соответствующего вида ( $\Pi_{il}^{eo}$ ) и результаты просуммировать:

$$P \uparrow \Pi_{VP\Pi} = \sum (P \uparrow VP\Pi_i \cdot \Pi_{il}^{eo}).$$

В таблице 5 рассчитаем резерв увеличения суммы прибыли в Кооперативе за счет доведения объема реализации продукции до планового значения.

Таблица 5 – Резерв увеличения прибыли за счет объема реализации продукции

Вид продукции	Резерв увеличения объема продаж, ц	Фактическая прибыль на единицу продукции, руб.	Резерв увеличения суммы прибыли, тыс. руб.
Зерновые культуры	764	483,9	369,69
Молоко	2710	712,68	1931,36
Итого	-	-	2301,05

Как указывают расчеты, приведенные в таблице 14, кооператив дополнительно может получить 2301,05 тыс. руб. прибыли. Если объем продажи зерновых культур увеличить на 764 ц, то прибыль от продаж зерна возрастет на 369,69 тыс. руб. Если довести до уровня плана объем продаж молока - до 2710 ц., то прибыль увеличится на 1931,36 тыс. руб.

Разведение свиней является специализацией Кооператива, за счет чего он достигает высоких показателей эффективности, соответственно, предприятие перевыполнило план продаж, поэтому считаем не целесообразным учитывать резерв прибыли по этому виду продукции.

Большие объемы производства и продажи продукции на предприятии безусловно сказываются и на себестоимости. Себестоимость продукции в СПК «Колхоз имени Горина» в 2019г. превысила плановые показатели. Рассчитаем резерв роста прибыли от реализации за счет снижения себестоимости продукции ( $P \uparrow \Pi_C$ ) (недопущение перерасхода фактической себестоимости плановой) в таблице 6.



Разницу между фактической себестоимостью продукции и плановой ( $P \downarrow C$ ) мы умножили на фактический объем продаж продукции 2019г.:

$$P \uparrow \Pi_C = \sum P \downarrow C_i (V\Pi_{i1} + P \uparrow V\Pi_i).$$

Данные расчета резерва роста прибыли за счет корректировки объема продаж представлены в таблице 6.

**Таблица 6 - Резерв увеличения суммы прибыли за счет снижения себестоимости продукции**

Вид продукции	Резерв снижения себестоимости единицы продукции, руб.	Фактический объем реализации продукции, ц	Резерв увеличения прибыли, тыс. руб.
Зерновые культуры	4,44	44236	196,41
Свиньи в живом весе	81,93	130666	10705,47
Молоко	87,11	207290	18057,03
Итого	-	382192	28958,91

Анализ данных таблицы 6 показал, что при снижении себестоимости 1 ц зерновых культур на 4,44 руб. СПК «Колхоз имени Горина» может дополнительно получить 196,41 тыс. руб. прибыли. Если снизить себестоимость свиней в живом весе на 81,93 тыс. руб., то прибыль возрастет на 10705,47 руб. Резерв от продажи молока составит 18057,03 тыс. руб., если будет снижена себестоимость до уровня плана на 87,11 руб. В целом, за счет снижения себестоимости дополнительная сумма дохода от продажи продукции составит 28958,91 тыс. руб.

Кроме того, учитывая рост затрат на производство и реализацию продукции, необходимо учитывать изменение цен на сельскохозяйственную продукцию. Рассчитаем резерв роста прибыли в СПК «Колхоз имени Горина» за счет изменения цен реализации ( $P \uparrow \Pi_C$ ) в таблице 7 по следующей формуле:

$$P \uparrow \Pi_C = \sum P \uparrow C_i (V\Pi_{i1} + P \uparrow V\Pi_i).$$

**Таблица 7 - Резерв увеличения суммы прибыли за счет повышения цен реализации**

Вид продукции	Резерв повышения цены единицы продукции, руб.	Фактический объем реализации продукции, ц	Резерв увеличения суммы прибыли, тыс. руб.
Зерновые культуры	-1,65	44236	72,99
Молоко	-0,21	207290	43,54
Итого	-	-	116,53

Определив резерв роста за счет повышения цен реализации продукции, что представлено в таблице 16, было установлено, что если повысить цену реализации зерна до запланированной - на 1,65 руб. за счет новых покупателей и выявления новых каналов реализации, то можно дополнительно получить 72,99 тыс. руб. прибыли. А если увеличить цену продаж молока на 0,21 руб. дополнительно получим 43,54 тыс. руб. прибыли. Итого резерв роста прибыли составит 116,53 тыс. руб.

Так как эффективность деятельности СПК «Колхоз имени Горина» во многом зависит от способности его выхода на рынок с продукцией собственного производства, пользующейся определенным спросом, возникает необходимость поиска управленческих решений, направленных на формирование политики сбыта, что в условиях высокой конкуренции на рынке сельскохозяйственной продукции, является обоснованием механизма принятия маркетинговых решений.

К примеру, средние цены, по которым хозяйство реализовывало зерновые в 2019г. сильно отстают от средних цен в целом по России, то же самое касается и продаж ячменя.

Результаты сравнения средних цен реализации основных видов продукции, продаж которых занимается СПК «Колхоз имени Горина» со средними ценами производителей сельскохозяйственной продукции по Российской Федерации представлены в таблице 8.

**Таблица 8 - Сравнение средних цен реализации основных видов продукции в СПК «Колхоз имени Горина» со средними ценами по России, руб.**

Виды продукции	СПК «Колхоз имени Горина»	Производители сельскохозяйственной продукции по РФ	Отклонение	
			(+;-)	%
Зерновые культуры	948,35	962,58	44,23	104,7
Свиньи в живом весе	8605,08	8834,2	329,12	103,8
Молоко	2499,79	2640,16	140,37	105,6

Как свидетельствуют расчеты, представленные в таблице 8, цены реализации зерновых культур почти на 5,0% меньше средних цен производителей РФ. Цены на свинину и молоко также ниже рыночных на 3,8 и 5,6% соответственно.

Следовательно, поиск новых каналов сбыта обеспечит предприятию продажу продукции по ценам не ниже себестоимости, которые бы при этом соответствовали плановым или превышали их. Резерв роста прибыли за счет пересмотра каналов реализации представим в таблице 9.

**Таблица 9 - Резерв увеличения прибыли от продажи основных видов продукции за счет выгодных каналов реализации**

Вид продукции	Продано			в том числе:				Макс. цена, руб.	Резерв увеличения прибыли с учетом макс. цены, тыс. руб.
	количество, ц	цена, руб.	Прибыль на 1 ц, тыс. руб.	прочим организациям		на рынке			
				количество, ц	цена, руб.	количество, ц	средняя цена, руб.		
Зерновые культуры	44236	948,35	483,9	44236	428,73	44236	300,0	300,0	13270,8
Свиньи в живом весе	130666	8605,0	1323,1	130666	1313,33	130666	1350,0	1350,0	46399,1
Молоко	207290	2499,7	712,68	207290	705,15	207290	720,0	720,0	14248,8
Итого	×	×	×	×	×	×	×	×	73918,7

Анализируя полученные данные в таблице 9, можно сделать вывод, что при продаже сельскохозяйственной продукции по более выгодным каналам сбыта СПК «Колхоз имени Горина» сможет дополнительно получить 73918,7 тыс. руб. прибыли.

Выявленные резервы по увеличению прибыли в СПК «Колхоз имени Горина» обобщим в таблице 10.

**Таблица 10 – Источники резервов увеличения прибыли, тыс. руб.**

Источники резервов	Удельный вес резерва в общей сумме резервов, %	Виды продукции			Всего
		Зерновые культуры	Свиньи в живом весе	Молоко	
Увеличение объема продаж	2,2	369,69	-	1931,36	2301,05
Снижение себестоимости	27,5	196,41	10705,47	18057,03	28958,91
Повышение цен реализации	0,1	72,99	-	43,54	116,53
Выгодные каналы реализации	70,2	13270,8	46399,1	14248,8	73918,7
Всего	100	13909,89	57104,57	34280,73	105295,2

Как показывают данные таблицы 10, источники резервов увеличения прибыли в СПК «Колхоз имени Горина» складывается следующим образом: за счет выгодных рынков сбыта и

повышения цен реализации дополнительно можно получить 73918,7 и 2301,05 тыс. руб. прибыли, что в процентном отношении составляет 70,2 и 2,2% соответственно. Значительный удельный резерва роста прибыли в кооперативе складывается за счет снижения себестоимости – 27,5%.

Согласно расчетам, за счет данного резерва дополнительно можно получить 28958,91 тыс. руб. прибыли. Кроме того, за счет увеличения объема продаж прибыль сможет возрасти на 2301 тыс. руб.

Удельный вес каждого источника резерва увеличения прибыли хозяйства мы представили на рисунке 3.

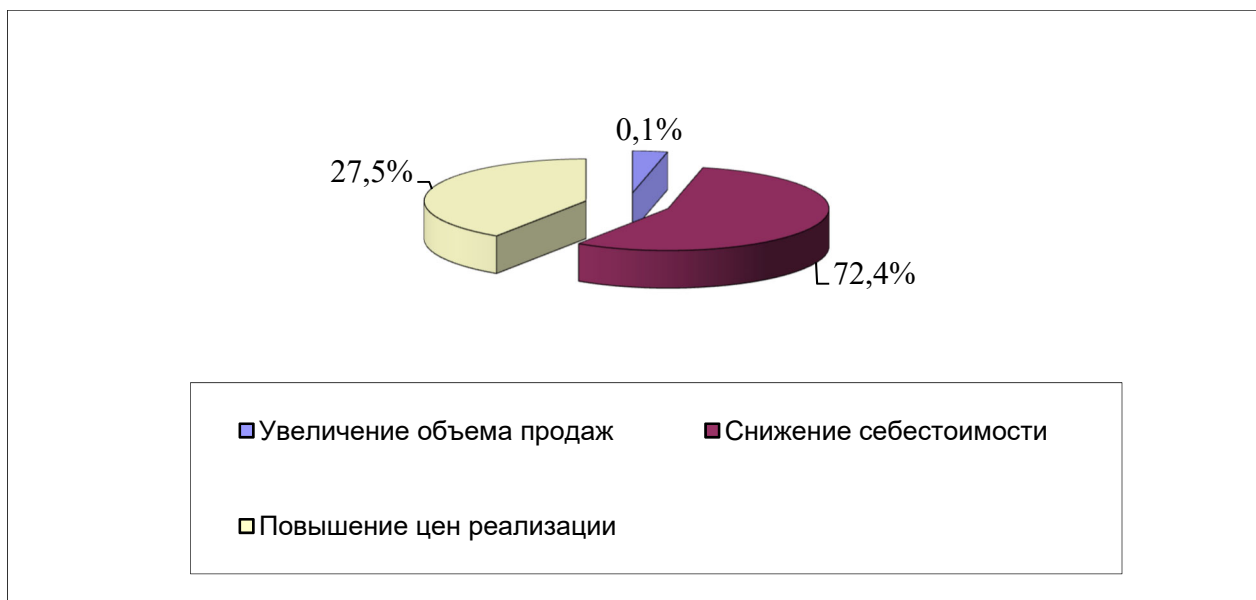


Рис. 3 – Структура источников резервов увеличения суммы прибыли

Исходя из результатов обобщения резервов роста прибыли СПК «Колхоз имени Горина», можно сделать вывод о том, что в организации назрела необходимость принятия ряда мероприятий – увеличение объемов продаж, снижение себестоимости реализуемой продукции, повышение цен, обусловленное поиском более выгодных каналов сбыта продукции. Формирование рациональной политики сбыта хозяйства предполагает анализ его внутренней среды. В результате анализа, проведенного нами, были определены сильные стороны СПК «Колхоз имени Горина», в частности, получение бюджетной помощи со стороны государства в виде субсидий, достаточно высокие показатели прибыли, за счет которой оно приобретает основные средства, а также льготное кредитование в Белгородском региональном филиале ОАО «Россельхозбанк». Основной проблемой СПК «Колхоз имени Горина» является несовершенство системы сбыта, поскольку в структуре управления отсутствует отдел маркетинга. Деятельность хозяйства заключается в производстве и реализации зерновых культур, выращивании и реализации КРС, производстве молока, а не в организации сбыта. Результатом такой политики стало сокращение объемов реализации отдельных видов продукции и снижение среднереализационных цен. Поскольку хозяйство функционирует на рынке с высокой конкуренцией, каким является рынок сельскохозяйственной продукции Белгородской области, основу его политики сбыта составляет производимая им продукция (например, разведение свиней). Конкурентами СПК «Колхоз имени Горина» именно в отрасли свиноводства являются ООО «Белгранкорм» и ООО «Мираторг». Уже в силу данного обстоятельства производство продукции, ее совершенствование, система реализации, разработка рекламных мероприятий должны занимать центральное место в сбытовой деятельности СПК «Колхоз имени Горина». При этом, должен быть учтен спрос на реализуемую продукцию, обеспечение эффективного использования ресурсного потенциала для производства и продажи продукции. Все это предполагает выбор каналов сбыта с учетом планируемых продаж. Последние рассчитываются,

исходя из намеченного уровня цен на производимую продукцию, ее физического объема, а также сезонности спроса.

Мы рекомендуем СПК «Колхоз имени Горина» разработать ценовую политику. Формирование цен на продукцию, выводимую на рынок, может происходить несколькими параллельными путями, чтобы впоследствии принять окончательное решение о цене на конкретный вид продукции. Данные процедуры отражены на рисунке 4.



Рисунок 4 - Разработка ценовой политики на предприятии

Представляется, что сбытовая политика СПК «Колхоз имени Горина» будет оптимальной при рационально разработанной и эффективно реализованной рекламной кампании. Для этого хозяйству можно предложить следующие формы рекламы: подготовку и регулярную публикацию в местной печати материалов о достижениях предприятия, разработке и организации производства новых видов продукции; пропаганду конкурентных преимуществ, наиболее выгодных направлений ее деятельности; распространение собственной печатной продукции; поддержку общественных инициатив, участие в помощи малоимущим, детским домам и т.д. Такой подход к рекламе повысит престиж СПК «Колхоз имени Горина», обеспечит высокий спрос на его продукцию.

Таким образом, рационализация стратегического подхода к сбыту будет способствовать проведению активной рыночно ориентированной хозяйственной политики организации и позволит ей увеличить размер получаемой прибыли, что найдет положительный эффект и в показателях рентабельности.

Однако одни мероприятия по совершенствованию применяемой техники и технологии не дадут должной отдачи без улучшения организации производства и труда. Одной из важнейших задач на современном этапе для СПК «Колхоз имени Горина» основной целью деятельности которого является производство сельскохозяйственной продукции, служит внедрение инновационных технологий и производстве, которые должны обладать новизной, удовлетворять рыночному спросу и соответственно приносить прибыль производителю.

Подводя итог сказанному выше, важно отметить, что СПК «Колхоз имени Горина» имеет возможности для реализации перечисленных мероприятий, что при условии их осуществления, положительно скажется на финансовых результатах его деятельности. Но при этом нужно учитывать влияние управленческих решений на повышение эффективности функционирования хозяйства.

Проблема эффективности занимает ведущее место среди совокупности проблем, стоящих перед обществом. Она волнует экономическую науку и хозяйственную практику на протяжении многих столетий. Особенно актуальной 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. Например, информация об удельном весе прибыльных и убыточных сельскохозяйственных организаций Белгородской области с 2017 по 2019гг., представленная в таблице 20, свидетельствует о том, что доля прибыльных предприятий на 1 октября 2017 г. (73,46%) выше, чем на 1 декабря 2019г. (63,54%).

**Таблица 11- Удельный вес прибыльных крупных и средних сельскохозяйственных предприятий и организаций Белгородской области, %**

Период	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Отклонение 2019 г. от 2017 г., (+;-)
на 31 марта	59,56	71,6	71,72	12,16
на 31 мая	58,08	60,27	56,74	-1,34
на 31 сентября	50,94	61,35	59,78	8,84
на 31 декабря	73,46	68,63	63,54	-9,92

Удельный вес убыточных, соответственно, в 2019г. вырос относительно 2017г., что обусловлено экономическим кризисом, который особенно затрагивает средний и малый бизнес (таблица 12).

Функционирование СПК «Колхоз имени Горина» в рыночных условиях требует существенного изменения организации и методов управления, а также информационной базы менеджмента, которая на сегодняшний момент не полностью соответствует требованиям современного управления. Из этого следует то, что назрела необходимость создания системы информационной поддержки менеджмента, адекватной задачам целевого (направленного на достижение стратегических и тактических целей) управления.

**Таблица 12 - Удельный вес убыточных крупных и средних сельскохозяйственных предприятий и организаций Белгородской области, %**

Период	2017г.	2018г.	2019г.	Отклонение 2019г. от 2017г., (+;-)
на 31 марта	40,44	28,4	28,28	-12,16
на 31 мая	41,92	39,73	43,26	1,34
на 31 сентября	49,06	38,65	40,22	-8,84
на 31 декабря	26,54	31,37	36,46	9,92

Анализ выполнения плана финансовых результатов деятельности СПК «Колхоз имени Горина», представленный ранее, показал большие отклонения фактических значений показателей прибыли от плановых. Поэтому традиционная система планирования и учета должна быть трансформирована применительно к информационным потребностям руководителей всех уровней управления. В качестве одного из инструментов совершенствования управления на основе широкого вовлечения в процесс текущего финансового планирования и контроля, улучшения информационных и коммуникационных процессов, усиления акцента при принятии решений на каждом уровне управления и на их финансовых последствиях для СПК «Колхоз имени Горина», предлагается использование бюджетирования, давно зарекомендовавшего себя в развитых странах.

*Бюджетирование* представляет собой особый инструмент управления, сущность которого можно определить как интегрированную систему составления бюджетов, текущего контроля за исполнением принятых бюджетов, учета отклонений фактических показателей от бюджетных и анализа причин существенных отклонений.

Действенная система бюджетного планирования наряду с прогнозированием тенденций рыночной конъюнктуры, даст детальный анализ внутренних ресурсов СПК «Колхоз

имени Горина» и возможностей их использования. Ресурсное планирование, прежде всего, обуславливает планирование производства и обеспечения товарного спроса, а также управление капиталовложениями и финансами.

Процесс планирования использования ресурсов и калькуляции их стоимости является сущностью системы бюджетирования.

Основными ресурсами СПК «Колхоз имени Горина» являются:

- финансовые средства и обязательства;
- производственные, офисные, складские здания и помещения;
- оборудование, транспорт, инструмент, приспособления;
- производственный персонал;
- сырье, материалы, полупродукты, возвратные отходы, топливо, энергоресурсы;
- прочие материальные активы.

Дороговизна и ограниченность материально-финансовых ресурсов усиливает роль правильного выбора приоритетов деятельности СПК «Колхоз имени Горина». В связи с этим бюджетирование призвано обеспечить конкурентоспособный процесс производства продукции при условии оптимального использования всех ресурсов, эффективное развитие предприятия в соответствии с изменениями внешних условий.

Для хозяйства актуальными являются следующие вопросы, на которые ответит бюджетирование:

- прогнозирование финансовых результатов хозяйственной деятельности и финансовой состоятельности отдельных видов деятельности и продуктов;
- установление целевых показателей эффективности деятельности и лимитов затрат ресурсов;
- определение наиболее предпочтительных для дальнейшего развития организации решений об уровнях их финансирования из внутренних и внешних источников;
- контроль выполнения бюджетных показателей и анализ эффективности работы структурных подразделений.

Формирование бюджета основывается на методе гибкого развития предприятия, который дает основные теоретические и методологические подходы к диагностике и планированию деятельности предприятия в условиях конкуренции и нестабильности.

Данная система не только содействует повышению эффективности работы предприятия, обеспечивая регулярное получение достоверной информации о результатах хозяйственной деятельности, но и позволяет:

- выявить и проконтролировать все финансовые потоки предприятия;
- эффективнее управлять затратами на производство, оборотными средствами, запасами, дебиторской и кредиторской задолженностью;
- оптимизировать налогообложение;
- управлять документооборотом внутри предприятия;
- осуществлять контроль эффективной работы подразделений и их руководителей на всех стадиях реализации бюджета.

В качестве основных принципов к разработке бюджета относятся: принцип точности, принцип непрерывности, принцип участия, принцип оптимальности, принцип пропорциональности, принцип эффективности.

Наличие центров финансовой ответственности (важное отличие от простого планирования деятельности) – структурных подразделений предприятия или должностных лиц, позволит через возложенные на них функциональные обязанности по контролю за составлением бюджетов, а также движением материально-финансовых ресурсов, повысить эффективность деятельности СПК «Колхоз имени Горина».

Контроль исполнения бюджета, являясь составной частью бюджетного процесса, представляет собой мониторинг производственно-хозяйственной деятельности предприятия в контексте достижения бюджетных показателей. Его главными принципами являются: принцип объективности, принцип сравнимости, принцип ответственности.

Основными видами бюджетов, которые мы предлагаем разрабатывать хозяйству в процессе бюджетирования, являются:

- бюджет продаж;
- план производства;
- бюджет закупок;
- бюджет оплаты труда;
- бюджет складских запасов;
- сметы затрат;
- бюджет инвестиций;
- налоговый бюджет;
- бюджет доходов и расходов;
- бюджет движения денежных средств;
- дебиторская и кредиторская задолженность;
- себестоимость и калькуляции.

Практическое применение бюджетирования мы осуществили на примере разработки бюджета продаж молока СПК «Колхоз имени Горина» на 2020 г. (таблица 13).

**Таблица 13 – Прогнозный бюджет продаж молока на 2020 г.**

Период	Планируемый объем продаж, ц	Планируемая цена реализации, руб.	Выручка от продаж, тыс. руб.
Январь	5110	2250	11497,5
Февраль	11450	2220	25419
Март	13005	2190	28480,95
I квартал	29565	2220	65634,3
Апрель	13500	2120	28620
Май	14560	2100	30576
Июнь	12700	2200	27940
II квартал	40760	2140	87226,4
Июль	17750	2990	53072,5
Август	18680	2950	55106
Сентябрь	10350	2350	24322,5
III квартал	50780	2763	140305,1
Октябрь	10200	2215	22593
Ноябрь	9070	2330	21133,1
Декабрь	10100	2350	23735
IV квартал	29370	2298	67492,26
Всего	150475	2355	354368,6

Согласно данным таблицы 13, в третьем квартале 2020г. хозяйство получит наибольшую выручку от реализации молока (140305,1 тыс. руб.). Всего же в 2020г. ожидается поступление выручки от продаж данного вида продукции в размере 354368,6 тыс. руб. Самые высокие объемы продаж соответствуют третьему кварталу (10780 ц). Разработав подобным образом бюджеты продаж остальных видов продукции, товаров, работ, услуг, и систематизировав полученные данные, СПК «Колхоз имени Горина» получит общий бюджет продаж на 2020 г. В качестве средства реализации бюджетирования мы предлагаем внедрить программно-методический комплекс КИС: Бюджетирование 2.0., вошедший в число «100 лучших товаров России». Его преимуществом является определение денежных потоков в результате удовлетворения потребностей покупателей и заказчиков с учетом альтернатив производства и ресурсных ограничений. Важной положительной характеристикой данного программного средства является то, что система отчетов построена на самом распространенном, многофункциональном и доступном средстве обработки информации – MS Excel. Типовые отчетные формы отражают сводный бюджет и контроль его исполнения. Непосредственно бюджетная информация в отчетах может быть расширена за счет добавочных сведений из любых внешних источников (бухгалтерские программы, таблицы MS Excel, базы данных).

Таким образом, совершенствование плановой, учетной и аналитической работы хозяйствующих субъектов является в настоящее время одной из актуальных задач,

способствующих оптимизации системы управления, в том числе финансового, с целью повышения эффективности деятельности и укрепления финансового положения. Бюджетирование, как система детального краткосрочного планирования, оперативного контроля исполнения утвержденных бюджетов, анализа отклонений и регулирования деятельности организации с целью достижения намеченных результатов, вызывает необходимость существенной трансформации плановой, учетной и аналитической работы на основе интегрированного подхода к основным управленческим функциям. Оно позволит вывести систему управления финансами хозяйства на качественно новый уровень. Реализуя предложенные нами мероприятия, СПК «Колхоз имени Горина» сможет качественно повысить эффективность своей деятельности.

**Выводы.** По результатам проведенного исследования, можно сделать вывод, что именно прибыль показывает положительный финансовый результат, а стремление к её получению мотивирует товаропроизводителей к увеличению объёмов производства продукции и минимизации затрат. Кроме того, стабильное финансово-хозяйственное положение организации обуславливает, прежде всего, постоянный стабильный рост производительности труда, фондоотдачи, рентабельности производства и продаж, а также выполнение плана по получению прибыли. Таким образом, подводя итог вышерассмотренным способам повышения доходности СПК «Колхоз имени Горина» можно утверждать, что главными факторами, с помощью которых можно воздействовать на финансовый результат, являются:

- увеличение объемов продаж продукции;
- улучшение качества производимой и реализуемой продукции;
- изучение рынков сбыта и повышение цены реализации;
- реализация продукции на более выгодных условиях;
- увеличение в структуре продукции доли более рентабельных видов.

Заметим, что в настоящее время предприятию важно обеспечить своевременный и выгодный сбыт продукции, так как от этого зависит финансовый результат деятельности [1]. Реализация на практике предложенных мероприятий, на наш взгляд, позволит осуществлять более эффективную финансовую работу, повысить финансовую стабильность и конкурентоспособность организации, так как наибольшее увеличение прибыли возможно при реализации продукции и этого можно добиться при одновременном позитивном влиянии всех вышперечисленных факторов. Кроме того, прибыль от продаж ещё больше можно увеличить, если влияние внутренних факторов (успешная деятельность данной организации) будет сопровождаться одновременным положительным воздействием внешних факторов, а особенно это касается совершенствования системы налогообложения, снижения цен на приобретаемые материальные ресурсы, процентные ставки по кредитам и др. [5]

Таким образом, выполнение обозначенных задач будет являться залогом осуществления эффективной финансовой политики, повышения стабильности и конкурентоспособности предприятия, а реализация предложенных резервов в свою очередь позволит сократить затраты на производство, себестоимость продукции и получить дополнительную прибыль в значительном объеме.

#### Библиография

1. 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 эконом. наук: 08.00.05 /Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016.
3. Добрунова А.И. Методика оценки уровня развития сельских территорий / А.И. Добрунова // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 12.
4. Kolesnikov A.V., Nasedkina T.I., Zdorovets Yu.I., Gruzdova L.N., Chernykh A.I., Goncharenko O.V., Kitayov Yu.A. / DIGITAL TECHNOLOGIES DE-VELOPMENT IN RUSSIA Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values. 2019. Т. 7. № S10. С. 53.
6. Меренкова И.Н., Добрунова А.И. Формирование системы мониторинга жизнеобеспечения населения сельских территорий / И.Н. Меренкова, А.И. Добрунова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2020. Т. 13. № 2 (65). С. 162-168.



7. Наседкина Т.И., Груздова Л.Н. Основные направления повышения экономической эффективности и платежеспособности организации. Экономика и предпринимательство. 2019. № 6 (107). С. 961-964.
8. Наседкина Т.И., Груздова Л.Н. Анализ доходности, как инструмент управления организацией. Иновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 3(27). С.164-171.
9. 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.
10. Черных А.И., Гончаренко О.В. Методологические подходы и критерии измерения экономической эффективности хозяйствующих субъектов // В сборнике: Управленческие и маркетинговые аспекты развития субъектов АПК и агропродовольственного рынка. 2016. С. 161-164.

### References

1. Goncharenko O. V. Efficiency of integrated formations in the agricultural sector of the economy // Dissertation of the Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 / All-Russian Research Institute of Organization of Production, Labor and Management in Agriculture. Moscow, 2016.
2. Goncharenko O. V. Efficiency of integrated formations in the agrarian sphere of the economy / O. V. Goncharenko // Autoreferat dis. ... Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 / All-Russian Research Institute of Organization of Production, Labor and Management in Agriculture. Moscow, 2016
3. Dobrunova A. I. Methodology for assessing the level of development of rural territories / A. I. Dobrunova // Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex. 2014. No. 12.
4. Kolesnikov A.V., Nasedkina T.I., Zdorovets Yu.I., Gruzдова L.N., Chernykh A.I., Goncharenko O.V., Kitayov Yu.A. / DIGITAL TECHNOLOGIES DEVELOPMENT IN RUSSIA Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values. 2019. Vol. 7. no. S10. p. 53.
6. Merenkova I. N., Dobrunova A. I. Formation of the monitoring system of life support of the population of rural territories / I. N. Merenkova, A. I. Dobrunova // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University . 2020. Vol. 13. no. 2 (65). p. 162-168.
7. Nasedkina T. I., Gruzдова L. N. The main directions of improving the economic efficiency and solvency of the organization. Economics and Entrepreneurship. 2019. No. 6 (107). pp. 961-964.
8. Nasedkina T. I., Gruzдова L. N. Profitability analysis as an organization management tool. Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2020. No. 3 (27). pp. 164-171.
9. 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.
10. Chernykh A. I., Goncharenko O. V. Methodological approaches and criteria for measuring the economic efficiency of economic entities // In the collection: Managerial and marketing aspects of the development of agribusiness and agri-food market entities. 2016. pp. 161-164.

### Сведения об авторах

Наседкина Татьяна Ивановна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79056715937, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru

Черных Антонина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79040878030 e-mail: a9040878030@yandex.ru

Гончаренко Ольга Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79205514285, e-mail: olga.goncharenko.25@yandex.ru

### Information about authors

Nasedkina Tatyana Ivanovna, doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79056715937, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru

Chernykh Antonina Ivanovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79040878030 e-mail: a9040878030@yandex.ru

Goncharenko Olga Viktorovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79205514285, e-mail: olga.Goncharenko.25@yandex.ru

## Руководство для авторов

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3–1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см (не задавать пробелами), формат – книжный. Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

### Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200–250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и (или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затемнение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3 - Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключения составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

### Порядок представления материалов

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлекцией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

#### Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:

**Пастухов** Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,  
**Колесников** Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru  
тел. +7 908 783-88-92.

#### Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:

**Лицуков** Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,  
**Муравьев** Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: Aleksandr16\_1988@mail.ru  
тел. +7 951 142-75-77.

#### Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:

**Наседкина** Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,  
**Гончаренко** Ольга Викторовна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: goncharenko\_ov@bsaa.edu.ru  
Tel. +7 920 551-42-85.

## Пример оформления статьи

УДК 633.11(470.325)

**В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова, И.В. Кулишова**

### ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации (не менее 250 слов, 2000 знаков).

**Ключевые слова:** ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова (не менее 5)

#### FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

**Abstract.** Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation.

**Keywords:** keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной статьи.....  
 (текст).....  
 (текст).....  
 (текст).....

**Таблица 1 - Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га ( 2016-2017 г.г.)**


#### Библиография

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

#### References

и на английском языках.

#### Сведения об авторах

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26

Кулишова Ирина Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

#### Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

## Guidelines for authors

Results of open scientific researches in the field of agricultural science and equipment, materials about results of innovative development and projects of the enterprises and firms of various forms of ownership, inventions, materials of conferences, exhibitions and competitions are published in the Journal.

The contents of articles are reviewed (according to Journal's content) for topic relevance, clearness and statement logicity, the scientific and practical importance of the considered problem and novelty of the proposed author's solutions.

The total amount of the publication is decided by the amount of typographical units with interspaces. The recommended range of values makes from 12 thousand to 40 thousand typographical units with interspaces (0,3 – 1,0 printed pages). Materials which volume exceeds 40 thousand typographical units may be also accepted to the publication after preliminary agreement with editorial body. In case of impossibility of such materials replacement within one article, they may be published (with the author consent) in parts, in each subsequent (next) issue of the Journal.

Articles must be issued on sheets A4, printed type must be Times New Roman, size must be 12 pt; for registration of tables titles, drawings, charts, block diagrams and other illustrations - Times New Roman, usual, size is 10 pt; for notes and footnotes - Times New Roman, usual, size 10 pt. For registration of the bibliography, data on authors, summaries and keywords the size is 10 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 1,00 cm (without interspaces), a format is a book. If article was or will be sent to another edition it is necessary to report to our editions.

During materials preparation you may not to use an automation equipment of documents (headlines, automatically filled forms and fields, dates) which can influence change of formats of data and reference values.

## Article registration

In the left top corner from the paragraph article UDC is printed (check a correctness of the chosen UDC on the site of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information or in cooperation with the bibliographer of the founder of Journal by tel. +7 4722 39-27-05).

Below, after interspaces, at the left from the paragraph are full name of the author(s), semi boldface italics. Further, after interspaces, in the center of a line is article title (the name of article has to reflect the main idea of the executed research and should be as short as possible) and it prints with capital letters.

Then with a new paragraph one places a summary (issued according to requirements imposed to papers and summaries of GOST 7.9-95, GOST 7.5-98, GOST P 7.0.4-2006 of 200 – 250 words (no more than 2000 signs), from the new paragraph one provides keywords.

Further it is necessary to place in English: article title, summary (Abstract), keywords.

Next after interspaces is the text of article, the bibliography (the bibliographic description is provided according to GOST P 7.0.5-2008 "Bibliographic reference") and its option in English (References). By drawing up descriptions in English it is recommended to use the international Harvard standard taking into account that authors full name of Russian-speaking sources, article titles are transliterated (according to rules of System of Library of the Congress of the USA – LC), after that in square brackets is translation of publication title, further is given its output data (in English or transliteration, without reductions and abbreviations).

Further there are data about authors, which include a surname, a name and a middle name; academic degree, academic status (now); post or profession; a place of work (study) – full name of organization, including structural division (chair, faculty, department, management, department, etc.), and their full postal address, contact information – telephone and (or) the e-mail address, and also other data on the author's discretion which will be used for article's replacement in the Journal and on the informational website of publishing house. In collective works (articles, reviews, researches) of data of authors are brought in the sequence accepted by them. Further information about authors in English.

The main text of the published material (article) is provided in Russian or English. The text of the published work has to contain: introduction, main part and conclusion. The volume of each of parts is defined by the author. Then it is necessary to detail a problem, carry out the analysis, prove the chosen decision, and give the sufficient bases and proofs confirming ones reliability. In conclusion the author formulates the generalized conclusions, the main recommendations or offers; forecasts and(or) prospects, opportunities and their application area.

For highlighting of the most important concepts, conclusions is used the bold-face type and italics. It is not allowed to apply underlining of the main text, references and notes, and also its allocation (coloring, illumination) a color marker.

The author's text can be accompanied by monochrome drawings, tables, schemes, photos, schedules, charts and other graphic objects. In this case the corresponding references to illustrations are given in the text. Drawings titles and headings of tables are obligatory.

Illustrations in the form of schemes, charts, schedules, photos and others (except tables) images are considered as drawings. Drawing title is under it in the middle of a line. For example: "Fig. 1. Obtaining hybrid cells".

During tables preparation you can use only book orientation of the table. Table title is over it, in the center. For example: "Table 3 - The breed standard in live weight of breeding heifers".

The illustrations used in the text in addition are provided in edition in the form of separate files of high quality, the TIFF format (with the resolution of 300 dpi) or EPS, all fonts have to be transferred to curves. The exception is made by the schedules, schemes and charts executed directly in the Word program in which the text file or Excel is provided. It is not required to provide them in the form of different files.

Mathematical formulas should be written in the 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**”:

**Litsukov** Sergey Dmitriyevich, Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,

**Muravyov** Alexander Alexandrovich, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: Aleksandr16\_1988@mail.ru

Tel. +7 952 142-75-77.

#### Thematic section “**Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village**”:

**Nasedkina** Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,

**Goncharenko O.V.**, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: goncharenko\_ov@bsaa.edu.ru

Tel. +7 920 551-42-85.

**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 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.