



Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№2 (30) 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 2 (30)
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;
Анрианов 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;
Смуров С.И., к. с.-х. н.;
Столяров О.В., д. с.-х. н., профессор;
Ступаков А.Г., д. с.-х. н., профессор;
Токарь Е.В., д.э.н., профессор

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

Члены научно-редакционного совета:

Бондаренко Л.В., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);
Вереновска А., PhD э. н. (Польша);
Ерохин М.Н., д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);
Колесников А.В., д. э. н., доцент (Россия);
Леммер А.Дж., д. с.-х. н. (Германия);
Простенко А.Н., к. э. н. (Россия);
Савченко Е.С., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);
Турусов В.И., д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);
Турьянский А.В., д. э. н., профессор (Россия)
Ужик В.Ф., д. т. н. профессор (Россия)
Ушачев И.Г., д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);
Яска Е., PhD э. н. (Польша).

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

ISSN – 2311–9535

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

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

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

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

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

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

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 25.06.2021 г., дата выхода в свет 09.07.2021 г.

Усл. п.л. 32. Тираж 1000 экз. Заказ № 1796. Свободная цена.

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

Тел. +7-910-360-14-99.

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

Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice journal

Founder:

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

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

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

Published since 2013

Issued once per quarter

**Release 2 (30)
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.;
Gruzдова 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.;
Medeliyeva 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 25.06.2021, date of publication 09.07.2021.

Conventional printed sheet 32. Circulation 1000 copies Order № 1796. Free price

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная</i> ВЫБОР РЕЖИМОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО НАРАЩИВАНИЯ КОМПЕНСАЦИОННОГО СЛОЯ НА ПЛУНЖЕР.....	9
<i>С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов</i> АНАЛИЗ ГИБКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОРМОВ.....	18
<i>Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, А.В. Коломейченко, М.Е. Герасимов, П.Н. Зотов, А.С. Коломейченко</i> РАЗВИТИЕ РЫНКА ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ. БАРЬЕРЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	27
<i>Е.В. Соловьев, Н.Ф. Скурятин</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКРЫТОГО СПОСОБА ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	35
<i>О.А. Чехунов, В.В. Воронин, А.В. Ворохобин</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛОТКОВОЙ ЗЕРНОДРОБИЛКИ ДЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА.....	45
<i>С.В. Вендин, С.В. Соловьёв, С.В. Клиин, А.О. Яковлев.</i> РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ОПОР ГРОЗОТРОСОВ И СРЕДСТВ ПОДАВЛЕНИЯ СКОЛЬЗЯЩИХ ИСКРОВЫХ КАНАЛОВ.....	57
<i>А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, М.И. Волков</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ 65Г.....	79
<i>А.С. Брусенцов, М.И. Туманова, В.Д. Бакианский</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	90
<i>С.М. Гайдар, А.Б. Лагузин, А.Г. Пастухов, А.М. Пикина</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФРИКЦИОННО-ИЗНОСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИБОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	98
<i>В.Ю. Страхов, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН СОИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ.....	108

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>А.И. Дутов, А.В. Косов, Л.А. Пузанова</i> РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ АГРОБИЗНЕСА В КОНТЕКСТЕ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ АПК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	116
<i>С.И. Смуров, О.В. Григоров, С.Н. Ермолаев, В.Н. Наушкин, А.Н. Крюков</i> АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	122
<i>С.Н. Зюба, О.В. Григоров, О.В. Гапиенко, С.Н. Ермолаев</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ И СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	135
<i>А.Г. Кацкая</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ КОЛЛЕКЦИИ БАКЛАЖАНА ПО КОМПОНЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА.....	147
<i>Е.В. Ковалёва, Н.А. Лопачёв, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин, О.С. Кузьмина</i> МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ.....	152
<i>Т.С. Морозова, В.И. Желтухина, Е.Ю. Колесниченко</i> ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО.....	162
<i>В.Н. Наушкин, А.С. Блинник, А.Н. Крюков, Л.А. Наушкина, В.А. Стебаков, О.Ю. Артемова</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕМЯН ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА.....	167
<i>Н.Ю. Ревин, А. Г. Гурин, Г. А. Игнатова, Е. И. Степанова</i> ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ ДЕРНОВО-ПЕРЕГНОЙНОЙ СИСТЕМЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ В САДУ.....	178
<i>С.В. Резвякова, Н.И. Бопуз, Е.В. Митина</i> ЗАЩИТА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ОТ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ.....	183
<i>Н.И. Клостер</i> ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЕ.....	190

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<i>К.С. Королева, Д.В. Ходос</i> ПРИОРИТЕТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ.....	195
<i>И.Н. Меренкова.</i> К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА.....	201
<i>Е.А. Пархомов</i> ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ.....	209
<i>Л.А. Решетняк</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТА О ДВИЖЕНИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ ПО РОССИЙСКИМ И МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ.....	217
<i>К.С. Терновыч, Е.В. Авдеев</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ.....	223
<i>А.И. Худобин.</i> СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ.....	234
<i>Г.В. Колтакова, М.Н. Шевченко, В.Н. Лебедь, Д.Ю. Чугай.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ РЫНОЧНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	240
Руководство для авторов	251

CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>A.G. Pastukhov, I.S. Berezhnaya</i> SELECTION OF MODES FOR ELECTRIC SPARK EXPANSION OF THE COMPENSATION LAYER ON THE PLUNGER.....	9
<i>S.F. Volvak, V.I. Shapovalov</i> ANALYSIS OF THE FLEXIBILITY OF THE TECHNICAL SYSTEM FOR THE PREPARATION OF FEED.....	18
<i>R.Y.Soloviev, S.V.Cheranov, A.V. Kolomeichenko, M.E. Gerasimov, P.N. Zotov, A.S. Kolomeichenko</i> DEVELOPMENT OF MARKET OF HIGHLY AUTOMATED AGRICULTURAL MACHINERY. BARRIERS AND THEIR SOLUTIONS.....	27
<i>E.V.Soloviev, N.F. Skuryatin</i> IMPROVEMENT OF THE CLOSED METHOD OF STORING AGRICULTURAL MACHINERY.....	35
<i>O.A. Chekhunov, V.V. Voronin, A.V. Vorokhobin</i> PLANT FOR PREPARATION OF FERTILIZER SOLUTION.....	45
<i>S.V. Vendin, S.V. Solovev, S.V. Kilin, A.O. Iakovlev</i> CALCULATION OF GROUNDING DEVICES OF LIGHTNING RODS SUPPORTS AND MEANS OF SUPPRESSION OF SLIDING SPARK CHANNELS.....	57
<i>A.G. Pastukhov, O.A. Sharaya, M.I. Volkov</i> EXPERIMENTAL DEVELOPMENT OF PROCESS OF ELECTROMECHANICAL HARDENING OF STEEL 65G PARTS.....	79
<i>A.S. Brusentsov, M.I. Tumanova, V.D. Baksansky</i> AUTOMATED CALCULATION OF FILTERING ELEMENTS FOR VENTILATION IN INDUSTRIAL SPACES.....	90
<i>S.M.Gaidar, A.B. Laguzin, A.G. Pastukhov, A.M. Pikina</i> PREDICTION OF FRICTION-WEAR CHARACTERISTICS OF TRIBOSYSTEMS USING PHYSICAL SIMULATION OF CONTACT INTER-ACTION OF MOBILE CONNECTIONS.....	98
<i>V.Y. Strakhov, S.V. Vendin, Y.V. Saenko</i> EXPERIMENTAL STUDIES ON THE USE OF ULTRAVIOLET RADIATION IN THE PRE-SOWING TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS FOR GERMINATION ON VITAMIN FEED.....	108

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>A.I. Dutov, A.V.Kosov, L.A. Puzanova</i> DEVELOPMENT OF THE REGIONAL MODEL OF RETRAINING AND INCREASING THE QUALIFICATION OF PERSONNEL IN AGRICULTURAL BUSINESS IN THE CONTEXT OF CLUSTER DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE BELGOROD REGION.....	116
<i>S.I. Smurov, O.V. Grigorov, S.N. Ermolaev, V.N. Naumkin, A.N. Kryukov</i> AGROPHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL, WEEDING AND YIELD OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE PRECEDERS AND MINERAL FERTILIZERS.....	122
<i>S.N. Zyuba, O.V. Grigorov, O.V. Gapienko, S.N. Ermolaev</i> PRODUCTIVITY OF GRAIN AND STEAMED CROPS WITH LONG AND SYSTEMATIC APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS... ..	135
<i>A.G. Katskaya</i> ECOLOGICAL PLASTICITY OF EGGPLANT COLLECTION BY PRODUCTIVITY COMPONENTS AND DURATION OF THE VEGETATION PERIOD.....	147
<i>E.V. Kovalyova, N.A. Lopachev, I.Y. Vagurin, A.V. Akinchin, O.S. Kuzmina</i> IMPACT OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL FOREST STEPPE SOILS THROUGH KATENAS ROLLED.....	152
<i>T.S. Morozova, V.I. Zheltukhina, E.Y. Kolesnichenko</i> INFLUENCE OF CHEMICAL AGENTS ON THE ACCUMULATION OF NITRATE NITROGEN IN THE SOIL.....	162
<i>V.N. Naumkin, A.S. Blinnik, A.N. Kryukov, L.A. Naumkina, V.A. Stebakov, O.Y. Artemova</i> FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF WHITE LUPINE SEEDS DEPENDING ON MINERAL MACRO AND MICRO FERTILIZERS, IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION.....	167
<i>N.Y. Revin, A.G. Gurin, G.A. Ignatova, E.I. Stepanova</i> THE ENZYMATIC ACTIVITY OF THE SOIL IN THE SOD-HUMUS SYSTEM OF SOIL MAINTENANCE IN THE GARDEN.....	178
<i>S.V. Rezyakova, N.I. Botuz, E.V. Mitina</i> PROTECTION OF SPRING BARLEY FROM FUNGAL DISEASES ON DARK GRAY FOREST SOIL.....	183
<i>N.I. Kloster</i> INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET IN THE ORGANIC SYSTEM OF SUGAR BEET FERTILIZATION IN THE CENTRAL BLACK EARTH ZONE.....	190

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

<i>K.S. Koroleva, D.V. Khodos</i> PRIORITIES OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE FISHING COMPLEX OF THE LENINGRAD REGION AND PROBLEMS OF THEIR IMPLEMENTATION.....	195
<i>I.N. Merenkova</i> . ON THE QUESTION OF THE MEASUREMENT OF RURAL HUMAN CAPITAL.....	201
<i>E.A. Parkhomov</i> SPATIAL LOCALIZATION OF RURAL TERRITORIES: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF EVALUATION.....	209
<i>L.A. Reshetnyak</i> . COMPARATIVE ANALYSIS OF CASH FLOW REPORT FORMATION ACCORDING TO RUSSIAN AND INTERNATIONAL STANDARDS.....	217
<i>K.S. Ternovykh, E.V. Avdeev</i> THEORETICAL ASPECTS OF FORMATION OF STATE DEVELOPMENT STRATEGIES.....	223
<i>A.I. Khudobin</i> . STRUCTURE OF REGIONAL ECONOMIC POLICY.....	234
<i>G.V. Koltakova, M.N. Shevchenko, V.N. Lebed, D.Y. Chugay</i> MODELING THE MECHANISM OF MARKET POTENTIAL MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES.....	240
Guidelines for authors	251

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 633.11(470.325)

А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная

ВЫБОР РЕЖИМОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО НАРАЩИВАНИЯ КОМПЕНСАЦИОННОГО СЛОЯ НА ПЛУНЖЕР

Аннотация. Повышение работоспособности сельскохозяйственных машин и оборудования на основе восстановления и упрочнения деталей, позволит обеспечить высокий послеремонтный ресурс машин. Для этого рекомендуется на перерабатывающих молочных предприятиях провести анализ структурных элементов оборудования и выявить наиболее подверженные отказу в процессе эксплуатации детали с возможностью их восстановления. Плунжеры гомогенизатора молока подлежат выбраковке со сравнительно небольшим износом рабочей поверхности. Общий износ по массе детали составляет около 1%, а в совокупности с дороговизной материала для изготовления таких деталей экономически целесообразнее будет проводить восстановление изношенной поверхности вместо изготовления новой детали. В зависимости от величины износа можно выделить несколько основных способов восстановления: приварка стальной ленты, наплавка, напыление и электроискровое нанесение слоя. Так как при нанесении компенсационного слоя электроискровой обработкой необходимо учитывать специфический рельеф получаемого покрытия, требующий снятия не менее 60% нанесенного слоя, поэтому толщина компенсационного слоя должна учитывать припуск на последующую обработку. Следовательно, толщина слоя должна быть не менее 0,9 - 1,2 мм. Экспериментальным путем было выявлено, что электроды диаметром 2 мм при применении параметров, соответствующих режиму 3 показывают наилучший результат. Следовательно, для таких электродов амплитудный ток должен быть равен 200 А, длительность импульса – 80 мкс, частота импульса должна быть в пределах от 150 до 750 Гц, а энергия импульса равна 0,29 Дж. Для нанесения компенсационного слоя на цилиндрическую поверхность плунжера рекомендуется выполнить предварительную обработку на дробеструйной машине. Затем для формирования компенсационного слоя необходимо нанести не менее десяти слоев. В качестве предварительной обработки можно применять точение, увеличив количество слоев ориентировочно до 15. Не рекомендуется шлифовать поверхность детали перед нанесением компенсационного слоя электроискровым способом. Для получения более равномерного слоя рекомендуется применять режим 3 с коэффициентом энергии 0,6. Данные параметры позволяют получить слой повышенной сплошности, что позволит сократить расход материала на окончательную обработку.

Ключевые слова: плунжер, электрод, компенсационный слой, предварительная обработка.

SELECTION OF MODES FOR ELECTRIC SPARK EXPANSION OF THE COMPENSATION LAYER ON THE PLUNGER

Abstract. Improving the efficiency of agricultural machinery and equipment based on the restoration and strengthening of parts, will ensure a high post-repair service life of machines. To do this, it is recommended to analyze the structural elements of the equipment at the dairy processing enterprises and identify the parts that are most prone to failure during operation, with the possibility of their restoration. The milk homogenizer plungers are subject to rejection with relatively little wear on the working surface. The total wear by weight of the part is about 1%, and in combination with the high cost of the material for the manufacture of such parts, it is economically more expedient to restore the worn surface instead of making a new part. Depending on the amount of wear, there are several main recovery methods: tape welding, surfacing, spraying, and electric spark application. Since when applying the compensation layer by electric spark treatment, it is necessary to take into account the specific relief of the resulting coating, which requires the removal of at least 60% of the applied layer, so the thickness of the compensation layer must take into account the allowance for subsequent processing. Therefore, the layer thickness should be at least 0.9 - 1.2 mm. Experimentally, it was found that the electrodes with a diameter of 2 mm, when using the parameters corresponding to mode 3, show the best result. Therefore, for such electrodes, the amplitude current should be equal to 200 A, the pulse duration-80 μ s, the pulse frequency should be in the range from 150 to 750 Hz, and the pulse energy is equal to 0.29 J. To apply the compensation layer to the cylindrical surface of the plunger, it is recommended to perform pretreatment on a shot blasting machine. Then, to form a compensation layer, it is necessary to apply at least ten layers. As a pre-treatment, you can use turning, increasing the number of layers to about 15. It is not recommended to sand the surface of the part before applying the compensation layer by electric spark method. To obtain a more uniform layer, it is recommended to use mode 3 with an energy coefficient of 0.6. These parameters will allow you to obtain a layer of increased continuity, which will reduce the material consumption for final processing.

Keywords: plunger, electrode, compensation layer, pretreatment.

Введение. Повышение работоспособности сельскохозяйственных машин и оборудования на основе восстановления и упрочнения деталей, позволит обеспечить высокий послеремонтный ресурс машин. Для этого рекомендуется на перерабатывающих молочных предприятиях провести анализ структурных элементов оборудования и выявить наиболее подверженные отказу в процессе эксплуатации детали с возможностью их восстановления [1]. Технологии, используемые для восстановления изношенных деталей машин, оказывают решающее влияние на их послеремонтный ресурс, а работоспособность отремонтированных машин определяется качеством восстанавливаемых деталей. Особенно актуален данный вопрос применительно к перерабатывающим отраслям АПК, где важно обеспечить не только технологическое качество восстанавливаемых деталей при сравнительно низкой себестоимости их восстановления, но и строго соблюдать санитарно-гигиенические требования, исключающие загрязнение пищевых продуктов [2].

Анализ исследований по теме. В работах Фархшатова М.Н., Зайнулина А.А., Серова А.В. [3 - 5] было выявлено, что в общем объеме изнашиваемых деталей большую часть занимают цилиндрические поверхности. Многие из них представляют сопряжение «вал - втулка». Причем выбраковке подлежат детали со сравнительно небольшим износом рабочей поверхности. Общий износ по массе детали составляет около 1%, а в совокупности с дорогой визной материала для изготовления таких деталей экономически целесообразнее будет проводить восстановление изношенной поверхности вместо изготовления новой детали. В зависимости от величины износа можно выделить несколько основных способов восстановления: приварка стальной ленты, наплавка, напыление и электроискровое нанесение слоя.

В исследованиях Кузнецова И.С. и Величко С.А. [6, 7] подтверждается актуальность проблемы восстановления деталей машин, а также отмечается преимущество восстановления электроискровым способом. В упомянутых исследованиях описаны влияние толщины электрода и времени обработки на толщину покрытия, но не учтен процесс нанесения на нержавеющую сталь покрытия из нержавеющей стали.

Поэтому разработка технологии электроискрового восстановления плунжеров, с учетом специфики износа и для формирования необходимого компенсационного слоя для последующей обработки является актуальной задачей.

Цель работы: подобрать режимы электроискрового нанесения компенсационного слоя с учетом величины и специфики износа для последующего восстановления плунжера.

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- 1) учитывая величину и характер износа обосновать необходимую величину компенсационного слоя;
- 2) в соответствии с параметрами электрода подобрать режим для нанесения необходимого компенсационного слоя.

Материал исследований. Исследованиями выявлено, что у плунжера гомогенизатора молока А1-ОГ2М, изготовленного из стали 40Х13 и отработавшего до плановой замены 750 часов, при визуальном осмотре наблюдаются характерные зоны износа (рисунок 1): 1 – изношенная (передняя часть) зона протяженностью примерно $L_{H1}=6$ мм; 2 – зона рабочего износа $L_P=95$ мм (средняя часть) и 3 – зона практически не затронутая износом $L_{H2}=35$ мм у резбовой части ножки, при этом изношенная зона представляет собой выработанные продольные дорожки (канавки) различной глубины на наружной цилиндрической поверхности плунжера [8].

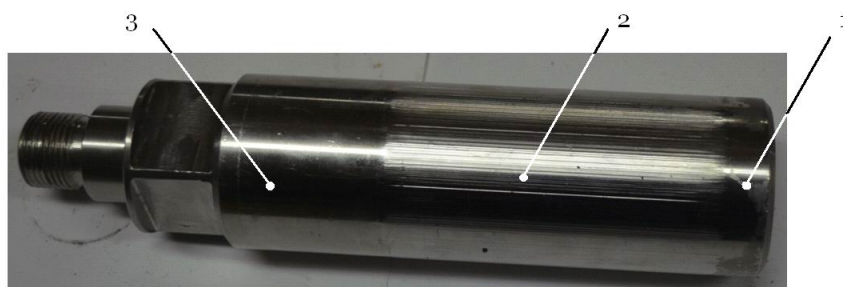
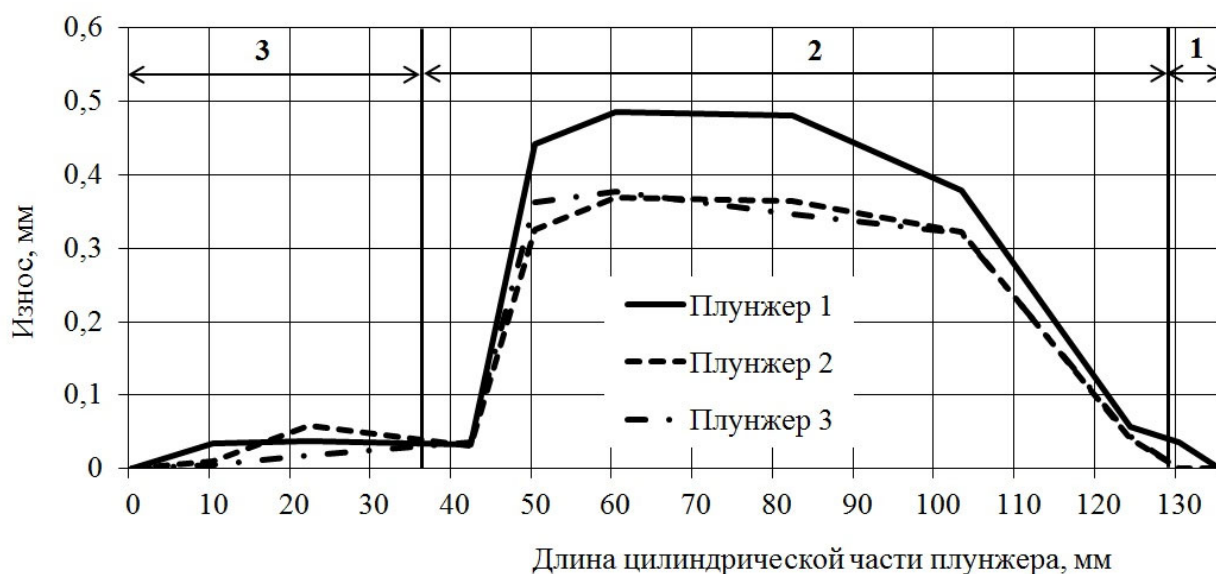


Рис. 1 - Плунжер, снятый с эксплуатации, в результате плановой замены после работы в течение 750 часов

Согласно разработанной методике анализа износа плунжера цилиндрическая поверхность разбивается продольными и поперечными сечениями для проведения замеров [9]. Расстояние между замерами в продольных и поперечных сечениях, а также угол поворота плунжера выбирается в зависимости от специфики износа.

Для измерения наружного диаметра в продольной плоскости использовалось следующее метрологическое обеспечение: поверочная плита 300×300 ГОСТ 10905-86, измерительные бабки, микрометр МК50–2 ГОСТ 6507-90 (цена деления 0,01 мм) и универсальный измерительный штатив.

В результате проведения измерений был получен массив данных по каждому из трех плунжеров № 1-3. Для повышения наглядности выразим полученные усредненные данные в виде графика (рисунок 2).



1 - неизношенная зона; 2– зона рабочего износа; 3 – зона практически не затронутая износом

Рис. 2 –Графическая интерпретация исследования величины износа рабочей поверхности плунжера

Из рисунка 2 видно, что наибольшая величина износа находится в зоне 2 и для плунжера 1 составляет не более 0,50 мм, для плунжера 2 и 3 это значение не превышает 0,40 мм. Для компенсации износов до 0,5 мм рекомендуется применять напыление или электроискровое нанесение, но учитывая недостатки и преимущества предложенных способов было принято решение компенсационный слой наносить с помощью электроискрового нанесения [10].

Назначим величину компенсационного слоя. Для этого учитывая применяемую методику анализа износа плунжера отметим, что величина износа рассчитывалась на диаметр, поэтому можно сделать вывод, что абсолютный износ на одну сторону не превышает 0,25 мм. Так как при нанесении компенсационного слоя электроискровой обработкой необходимо учитывать специфический рельеф получаемого покрытия, требующий снятия не менее 60 %

нанесенного слоя, поэтому толщина компенсационного слоя должна учитывать припуск на последующую обработку [11].

Компенсационный слой наносят, полностью перекрывая изношенную поверхность детали, электроискровой обработкой движением электрода вдоль образующей цилиндрической поверхности детали с учетом шага и глубины следов износа, при этом толщина наносимого слоя должна обеспечивать припуск на последующие виды упрочняющей и окончательной обработки. Вид траектории электроискрового наращивания сплошного слоя учитывает геометрические параметры изношенной цилиндрической поверхности плунжера и полностью перекрывает изношенную поверхность детали (рисунок 3). Окончательная механическая обработка позволяет получить номинальный размер восстановленной части плунжера с износостойкой поверхностью [12].

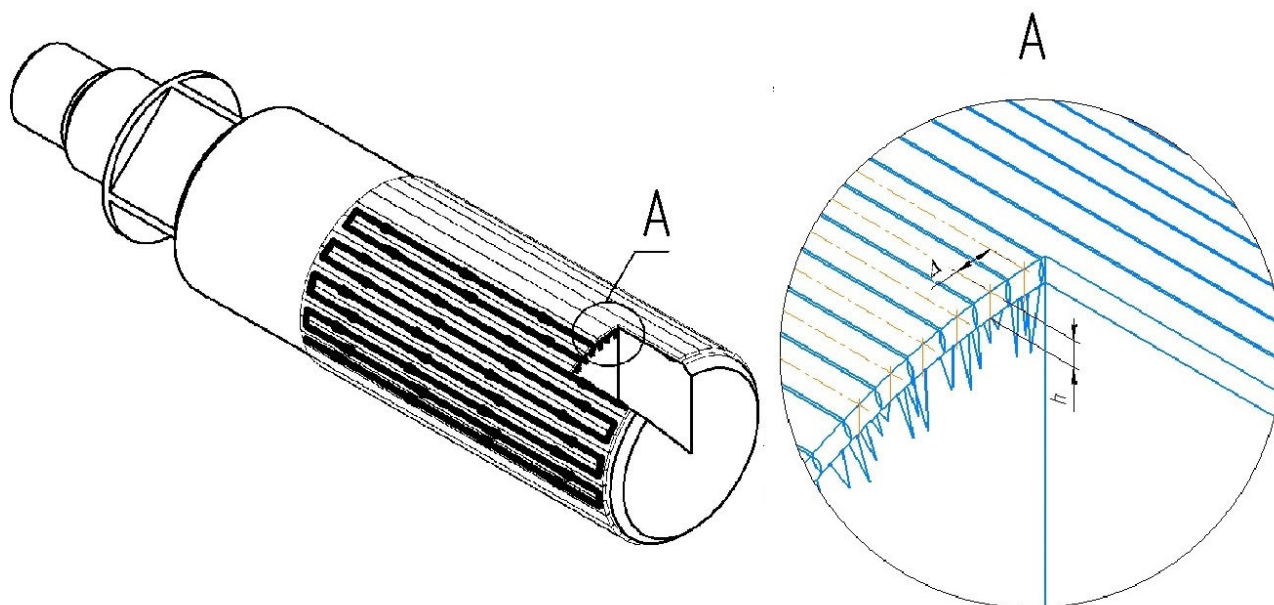


Рис. 3 – Схема электроискрового наращивания компенсационного слоя на рабочую поверхность плунжера

На рисунке 3 показана схема нанесения компенсационного слоя электроискровой обработкой в изношенной зоне плунжера вдоль образующей цилиндрической поверхности детали. Для формирования слоя повышенной сплошности рекомендуется перемещать электрод с шагом Δ , зависящим от диаметра применяемого электрода. Толщина наносимого слоя h должна быть рассчитана по формуле:

$$h = (h_{\text{изн}} + \delta_{\text{упр}} + \delta_{\text{об}}) \cdot k,$$

где $h_{\text{изн}}$ – величина абсолютного износа на одну сторону; $\delta_{\text{упр}}$ – припуск на упрочняющую обработку; $\delta_{\text{об}}$ – припуск на окончательную обработку, k - корректирующий коэффициент.

Износ на одну сторону для разных плунжеров составляет от 0,2 до 0,25 мм. Припуск на упрочняющую обработку примем от 0,2 до 0,25 мм. Припуск на окончательную обработку, предположительно шлифованием, в соответствии с габаритными размерами плунжера примем от 0,18 до 0,25 мм [13]. Корректирующий коэффициент, учитывающий неравномерность износа, нанесенного покрытия, деформации при упрочнении и другие аспекты, принимаем равным 1,5. Таким образом, толщина компенсационного слоя будет находиться в пределах 0,9...1,2 мм.

Так как плунжер работает в непосредственном контакте с пищевыми продуктами, следует особенно тщательно подбирать материал для нанесения компенсационного слоя, чтобы избежать попадания вредных веществ в готовый продукт. Для электроискрового наращивания в качестве инструмента выбраны электроды по ГОСТ 10052-75 следующих марок: АГ Е 308L-16; ОК 61.30 (308L-17); 330М; ЭА-395/9; ЦЛ-11. Данные электроды предна-

значены для сваривания изделий из коррозионно-стойких сталей и отвечают требованиям безопасности для применения в оборудовании пищевого производства.

На основании критериального подхода рациональность оценивалась с помощью следующих критериев:

- 1) химический – характеризует химический состав наплавленного слоя и обеспечивает не только коррозионную стойкость, но и гигиенические требования;
- 2) прочностной – характеризует прочностные характеристики наплавленного слоя и обеспечивает долговечность и сопротивляемость износу нанесенного слоя;
- 3) технологический – характеризует применимость электродов к данному виду восстановления и обеспечивает простоту и скорость обработки.

В соответствии с каждым критерием были выделены отдельные признаки. Выбранным признакам путем ранжирования были присвоены условные значения. Причем наивысший ранг, например, 1 был присвоен лучшим значениям признаков, и далее увеличение ранга от 2 до 5 связано с ухудшением показателя, выбранного признака. Далее путем суммирования полученных рангов была построена диаграмма (рисунок 4).

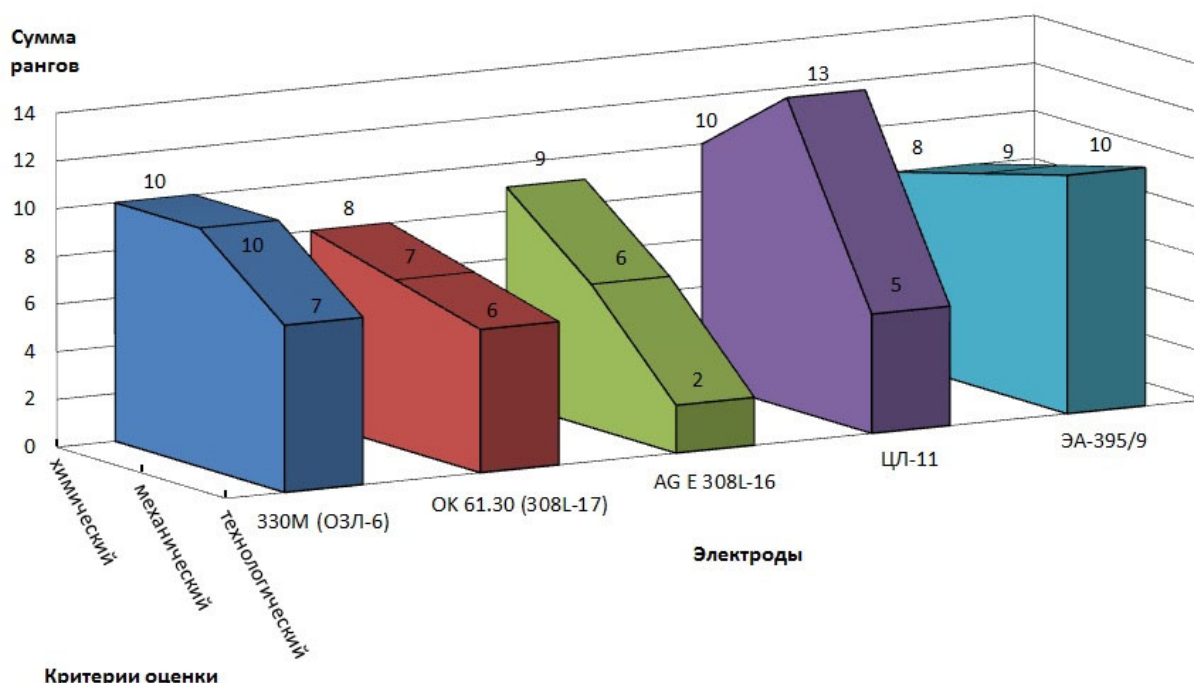


Рис. 4 –Графическая интерпретация суммы рангов критериев

Из рисунка 4 видно, что наименьшая общая сумма рангов принадлежит электроду марки AG E 308L-16, следовательно, для дальнейшего исследования рекомендуется применять данные электроды. В качестве аналога для увеличения вариативности применения выбранного способа возможно применение электрода ОК 61.30 (308L-17) [14].

Экспериментальным путем было выявлено [15], что электроды диаметром 2 мм при применении параметров, соответствующих режиму 3 показывают наилучший результат. Следовательно, для таких электродов амплитудный ток должен быть равен 200 А, длительность импульса – 80 мкс, частота импульса должна быть в пределах от 150 до 750 Гц, а энергия импульса равна 0,29 Дж.

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

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

Результаты исследований. Электроискровое наращивание проводилось на заготовках цилиндрической формы диаметром 45 мм и длиной не более 50 мм, изготовленных из стали 40Х13. В качестве инструмента для наращивания были выбраны электроды марок ОК61.30(308L-17) и AG E 308L-16, диаметр электродов 2 мм.

В качестве предварительной обработки поверхностей были выбраны: 1 – точение, 2 – ручное шлифование, 3 – дробеструйная обработка.

В процессе эксперимента на отдельные участки образцов наносили один или пять слоев с применением режима 3 и коэффициентами энергии 0,2; 0,6; 1,0. Результаты измерения толщины нанесенного слоя сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Толщина нанесенного слоя, мм

№ образца	Электрод	Коэффициент энергии					
		0,2		0,6		1,0	
		Число слоев					
		1	5	1	5	1	5
1	308L-16	0,01	0,10	0,03	0,25	0,04	0,31
	308L-17	0,02	0,16	0,02	0,25	0,09	0,36
2	308L-16	0,03	0,08	0,03	0,17	0,03	0,19
	308L-17	0,03	0,08	0,02	0,16	0,03	0,14
3	308L-16	0,03	0,13	0,12	0,28	0,19	0,50
	308L-17	0,07	0,13	0,07	0,43	0,11	0,60

Из таблицы 1 видно, что прирост толщины слоя варьируется от 0,05 до 0,49 мм. Для более наглядной графической интерпретации рассмотрим отдельно нанесения 1 слоя двумя видами электродов на поверхности образцов с тремя различными предварительными обработками (рисунок 5).

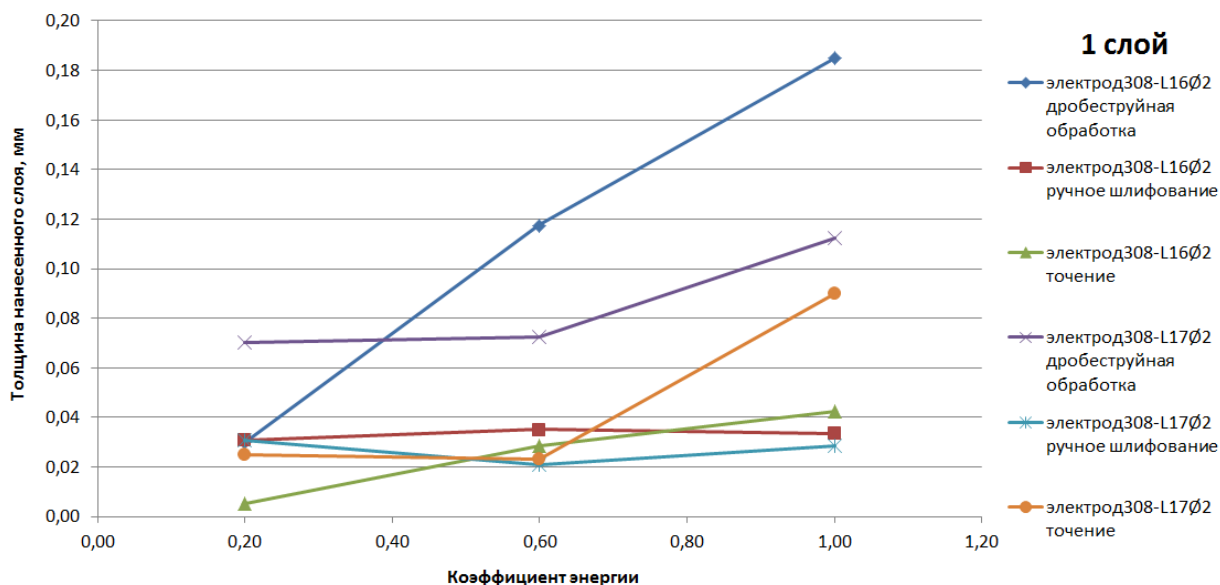


Рис. 5 – Графическая интерпретация толщины нанесения одного слоя электроискровой обработкой

Из данных рисунка 5 видно, что с увеличением коэффициента энергии увеличивается и толщина нанесения покрытия. После дробеструйной обработки прирост толщины слоя, в зависимости от электрода, увеличивается от 2 до 5 раз. Предварительное точение дает прирост от 4 до 4,5 раза. После применения предварительного ручного шлифования поверхности увеличение коэффициента энергии не изменяет толщину наносимого слоя. Визуальная оценка наносимого слоя показывает, что после шлифования поверхности слой наносится не равномерно (с низкой сплошностью), чем после других видов предварительной обработки.

Рассмотрим графическое представление результата нанесения пяти слоев (рисунок 6).

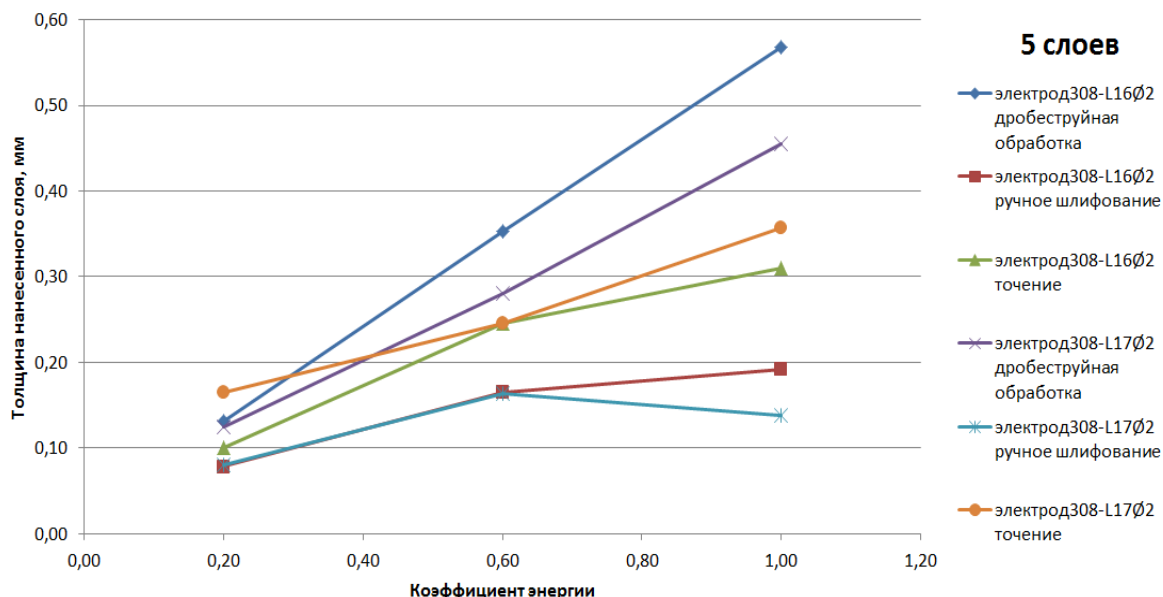


Рис. 6 – Графическая интерпретация толщины нанесения пяти слоев электроискровой обработкой

Из данных рисунка 6 подтверждается увеличение толщины слоя с увеличением коэффициента энергии. Причем можно отметить, что при условии применения коэффициента энергии равному 0,2 все виды предварительной обработки поверхности с разными электродами дают примерно одинаковую толщину покрытия от 0,08 до 0,16 мм. Также наблюдается примерно одинаковая сплошность покрытия. После увеличения коэффициента энергии до 0,6 электродом 308 L16 на образце с предварительной дробеструйной обработкой был сформирован слой толщиной 0,43 мм. Электродом 308 L17 на таком же образце был сформирован слой 0,28 мм. На образцах с предварительной обработкой точением были сформированы слои толщиной 0,25 мм независимо от применяемого электрода. Предварительное ручное шлифование поверхности образца позволило нанести слой 0,16 мм и 0,17 мм электродами 308 L17 и 308 L16, соответственно. Визуальная оценка нанесенного слоя показала, что на всех образцах сформировано покрытие приемлемой сплошности, хотя наблюдается повышение бугристости. Увеличение коэффициента энергии до 1,0 повысило перенос материала и в результате нанесения пяти слоев было сформировано покрытие: на образцах после дробеструйной обработки толщина 0,5 и 0,6 мм электродами 308 L17 и 308 L16, соответственно; на образцах после точения 0,36 мм электродом 308 L17 и 0,31 мм электродом 308 L16, а также на образцах после шлифования 0,14 мм электродом 308 L17 и 0,19 мм электродом 308 L16. Несмотря на высокие показатели толщины слоя, качество покрытия ухудшилось, повысилась бугристость и неравномерность покрытия.

Вывод. В результате анализа полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Принимая во внимание результаты анализа износа плунжера, припуск на упрочняющую и окончательную обработку, введение корректирующего коэффициента, принимаем толщину наносимого компенсационного слоя в пределах 0,9...1,2 мм.

2. Рекомендуется выполнить предварительную обработку восстанавливаемой поверхности на дробеструйной машине или точением. Не рекомендуется шлифовать поверхность детали перед нанесением компенсационного слоя электроискровым способом.

3. Электроискровое нанесение компенсационного слоя рекомендуется выполнять электродами диаметром 2 мм, причем амплитудный ток должен быть равен 200 А, длительность импульса – 80 мкс, частота импульса 450 Гц, а энергия импульса равна 0,29 Дж.

Библиография

1. Pastukhov A., Sharaya O., Vodolazskaya N., Minasyan A. Hardening of parts of agricultural machinery with laser micro alloying (Упрочнение деталей сельскохозяйственных машин лазерным микролегированием) / Engineering for rural development. Proceedings, Vol. 17. Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, 2018. P. 1360 – 1365. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14
2. РТМ 27-72-15-82 Перечень материалов, изделий и оборудования, допущенных для контакта с пищевыми продуктами. Часть 1. Министерство здравоохранения Российской Федерации. – Введ. 1983-01-01. - М.: Минздрав РФ; ФГУП "ИнтерСЭН", 2002. 36 с.
3. Фархшатов М.Н. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования электроконтактной приваркой коррозионностойких и износостойких материалов: диссертация ... доктора технических наук: 05.20.03 Уфа, 2007 527 с., Библиогр.: с. 435-469. РГБ ОД, 71:07-5/486
4. Зайнуллин А.А. Повышение эффективности восстановления валов сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой стальных проволок путем совершенствования технологии и оборудования: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.03 - Уфа, 2013.- 169 с.: ил. РГБ ОД, 61 14-5/275
5. Серов А.В. Совершенствование технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой металлической ленты: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.03 - Москва, 2011.- 209 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/26
6. Величко С.А. Разработка высокоэффективных технологий ремонта агрегатов навесных гидросистем тракторов с применением метода электроискровой обработки: диссертация ... доктора технических наук: 05.20.03 [Место защиты: ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»], 2018.- 480 с.
7. Кузнецов И.С. Электроискровая технология упрочнения деталей режущего аппарата жаток электродами из аморфных и нанокристаллических сплавов: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.03 - Саранск, 2013. - 16 с.
8. Pastukhov A.G., Sharay O.A., Berezhnaya I.Sh. Assessment of wear of a work face of a plunger of a homogenizer of milk // Development directions of tractors and renewable energy resources: сборник статей XXII Scientific meeting, 4 декабря 2015 г. / Faculty of Agriculture Novi Sad – Сербия, 2015.- С 6-11
9. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Бережная И.Ш., Жуков Е.М. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т.124. № - 1. – С. 130-137
10. Пастухов А.Г., Бережная И.Ш. Исследование работоспособности соединения «плунжер - уплотнение» гомогенизатора молока // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 1 (17). С. 42-58.
11. Бурмукулов Ф.Х., Иванов В.И., Денисов В.А., Костюков А.Ю. Применение электроискровых технологий для восстановления деталей // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2013. - № 2.- С. 83-85.
12. Пат. RU 2740935 С1 В 23 Р6 /00 Способ восстановления плунжера комбинированной обработкой: (2006.01) / А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, No 2020124545; заявл. 14.07.2020; опубл. 21.01.2021, Бюл. No 3.
13. Припуск на шлифование: [сайт]. <https://www.zavodkorund.ru/stati/priпуск-na-shlifovanie>
14. Пастухов А.Г., Бережная И.Ш. Методика и результаты критериальной оценки инструмента электроискрового наращивания // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 67-78.
15. Бережная И.Ш. Экспериментальная отработка режимов электроискровой обработки нержавеющей сталей // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. №4(28). С. 17-24.

References

1. Pastukhov A.G., Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V., Minasyan A.G. Uprochnenie detalej sel'sko-hozyajstvennyh mashin lazernym mikrolegirovaniem [Hardening of parts of agricultural machinery with laser micro alloying] / Engineering for rural development. Proceedings, Vol. 17. Latvia University of Life Sciences and Technologies. – Jelgava, 2018. P. 1360 – 1365. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14
2. РТМ 27-72-15-82. Perechen' materialov, izdelij i oborudovaniya, dopushchennyh dlya kontakta s pishchevymi produktami [List of materials, products and equipment approved for contact with food]. CHast' 1. Ministerstvo zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii. – Vved. 1983-01-01. - M.: Minzdrav RF; FGUP "InterSEN", 2002. 36 s.
3. Farhshatov M.N. Resursosberegayushchie tekhnologii vosstanovleniya detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki i oborudovaniya elektrokontaktnoj privarkoj korrozionnostojkih i iznosostojkih materialov [Resource-saving technologies of restoration of parts of agricultural machinery and equipment for electric welding corrosion-resistant and

- wear-resistant materials]: dissertaciya ... doktora tekhnicheskikh nauk: 05.20.03 Ufa, 2007 527 s., Bibliogr.: s. 435-469. RGB OD, 71:07-5/486
4. Zajnullin A.A. Povyshenie effektivnosti vosstanovleniya valov sel'skohozyajstvennoj tekhniki elektrokontaktnoj privarkoj stal'nyh provolok putem sovershenstvovaniya tekhnologii i oborudovaniya [Increase of efficiency of restoration of shafts of agricultural machinery electrocontact welding steel wire by improving technology and equipment]: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.20.03 - Ufa, 2013.- 169 s.: il. RGB OD, 61 14-5/275
 5. Serov A.V. Sovershenstvovanie tekhnologii vosstanovleniya detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki elektrokontaktnoj privarkoj metallicheskoj lenty [Improvement of technology of restoration of details of agricultural machinery electrocontact welding metal belt]: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.20.03 - Moskva, 2011. 209 s.: il. RGB OD, 61 12-5/26
 6. Velichko S.A. Razrabotka vysokoeffektivnyh tekhnologij remonta agregatov navesnyh gidrosistem traktorov s primeneniem metoda elektroiskrovnoj obrabotki [Development of high-performance technologies for repair of tractor mounted hydraulic system units using the method of electric spark treatment]: dissertaciya ... doktora Tekhnicheskikh nauk: 05.20.03 [Mesto zashchity: FGBOU VO «Nacional'nyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogaryova»], 2018. 480 s.
 7. Kuznetcov I.S. Elektroiskrovaya tekhnologiya uprochneniya detalej rezhushchego apparata zhatok elektrodami iz amorfnyh i nanokristallicheskih splavov [Electrospark technology of hardening of parts of the Reaper cutting apparatus with electrodes made of amorphous and nanocrystalline alloys]: avtoreferat dis. ... kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.20.03 Saransk, 2013. 16 s.
 8. Pastukhov A.G. Assessment of wear of a work face of a plunger of a homogenizer of milk / A.G. Pastukhov, O.A. Sharay, I.Sh. Berezhnaya // Development directions of tractors and renewable energy resources: sbornik statej XIII Scientific meeting, 4 dekabrya 2015 g. Faculty of Agriculture Novi Sad – Serbiya, 2015. P. 6-11.
 9. Pastuhov A.G., SHaraya O.A., Berezhnaya I.SH., Zhukov E.M. Ocenka iznosa rabochej poverhnosti plunzhera gomogenizatora moloka [Evaluation of wear of the working surface of the plunger of a milk homogenizer] // Trudy GOSNITI. 2016. T.124. № 1. S. 130-137.
 10. Pastuhov A.G., Berezhnaya I.SH. Issledovanie rabotosposobnosti soedineniya «plunzher -uplotnenie» gomogenizatora moloka [Investigation of the efficiency of the "plunger-seal" connection of the milk homogenizer] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2018. № 1 (17). S. 42-58.
 11. Burumkulov F.H., Ivanov V.I., Denisov V.A., Kostyukov A.YU. Primenenie elektroiskrovnyh tekhnologij dlya vosstanovleniya detalej [Application of electric spark technologies for the restoration of parts] // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2013. - № 2.- S. 83-85.
 12. Pat. RU 2740935 C1 B 23 P6 /00 Sposob vosstanovleniya plunzhera kombinirovannoj obrabotkoj [Method for restoring the plunger by combined treatment]: (2006.01) / A.G. Pastuhov, I.SH. Berezhnaya. zayavitel' i patentoobladatel' FGBOUVO Belgorodskij GAU No 2020124545; zayavl. 14.07.2020; opubl. 21.01.2021, Byul. No 3.
 13. Pripusk na shlifovanie [Grinding allowance] : [website]. <https://www.zavodkorund.ru/stati/pripusk-na-shlifovanie>.
 14. Pastuhov A.G., Berezhnaya I.SH. Metodika i rezul'taty kriterial'noj ocenki instrumenta elektroiskrovogo narashchivaniya [Methodology and results of the criterion evaluation of the electrospark extension tool] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 2 (22). S. 67-78.
 15. Berezhnaya I.SH. Eksperimental'naya otrabotka rezhimov elektroiskrovnoj obrabotki nerzhaveyushchih stalej [Experimental testing of electric spark treatment modes for stainless steels] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2020. №4(28). S. 17-24.

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, e-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru, тел. 8(4722)392390.

Бережная Ирина Шамилиевна, старший преподаватель кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: berejnaya_i@bsaa.edu.ru, тел. 8(4722)391233.

Information about authors

Pastukhov Alexandr Gennadievich, doctor of engineering, professor, head of the Department of technical mechanics and construction of machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru, tel. 8(4722)392390

Berezhnaya Irina Shamiliyevna, senior lecturer of the Department of technical mechanics and construction of machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: berejnaya_i@bsaa.edu.ru, tel. 8(4722)391233.

УДК 621.01

С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов

АНАЛИЗ ГИБКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОРМОВ

Аннотация. При разработке концепции малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов проведены анализ технических объектов, технологий и средств по приготовлению кормов; анализ и отбор целесообразных технологических процессов, систематизация и классификация их по сходным признакам; анализ и сбор данных по конструктивно-технологическим схемам и рабочим органам с учётом технического задания, перспектив дальнейшего развития, морального и физического износа; анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов. При этом использовался модульный принцип конструирования с созданием отдельных быстропереналаживаемых сменных модулей для выполнения или генерации целесообразных технологических процессов с минимизацией времени на их переналадку. В результате проведённых исследований построена классификационная графовая модель потенциальной гибкости и сформулирован комплекс принципов в виде концепции разработки малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов. Это позволит выбрать и разработать рациональную конструктивно-технологическую схему малогабаритной гибкой технической системы, способной адаптироваться на выполнение целесообразных технологических процессов по приготовлению кормов.

Ключевые слова: гибкая техническая система, потенциальная гибкость, классификационная графовая модель, принципы создания, концепция.

ANALYSIS OF THE FLEXIBILITY OF THE TECHNICAL SYSTEM FOR THE PREPARATION OF FEED

Annotation. When developing the concept of a small-sized flexible technical system for the preparation of feed, the analysis of technical objects, technologies and means for the preparation of feed was carried out; analysis and selection of appropriate technological processes, systematization and classification of them according to similar characteristics; analysis and collection of data on design and technological schemes and working bodies, taking into account the technical task, prospects for further development, moral and physical wear; analysis of the flexibility of technical means for the preparation of feed. At the same time, the modular design principle was used with the creation of separate fast-changeable replaceable modules for performing or generating appropriate technological processes with minimizing the time for their changeover. As a result of the conducted research, a classification graph model of potential flexibility is constructed and a set of principles is formulated in the form of a concept for the development of a small-sized flexible technical system for the preparation of feed. This will allow you to choose and develop a rational design and technological scheme of a small-sized flexible technical system that can adapt to the implementation of appropriate technological processes for the preparation of feed.

Keywords: flexible technical system, potential flexibility, classification graph model, principles of creation, concept.

Введение. За последние годы научными организациями Минобрнауки и РАН, с участием образовательных учреждений Минсельхоза подготовлены предложения по направлениям развития технического прогресса в механизации и автоматизации животноводства на предстоящее десятилетие, которые представлены в Стратегии развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 года и проекте Системы машин для подотраслей животноводства на период до 2030 года [1, 2].

Стратегией развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 г. определены основные направления инновационного развития техники [3].

Системой машин предусмотрены технические средства, рекомендуемые для выполнения технологических процессов на объектах сельхозорганизаций, крестьянских фермерских хозяйств (КФХ) и личных подсобных хозяйств (ЛПХ) по производству молока и говядины, свинины, продукции овцеводства и птицеводства, а также для приготовления комбикормов, переработки навоза в органические удобрения, обеспечения параметров микроклимата [1, 2]. В системе машин значительное место занимают технические средства для механизации и автоматизации выполнения процессов при содержании крупного рогатого скота в личных подсобных хозяйствах населения [1].

Кормопроизводство является важнейшей отраслью сельского хозяйства, научно-технический уровень развития которой определяет эффективность производства животноводческой продукции, обеспеченность населения страны высококачественными молочными и мясными продуктами [4].

Затраты труда на производство 1 т грубых и сочных кормов в 5...8 раз, а удельные затраты энергии на единицу животноводческой продукции в 3...5 раз превышают уровень передовых стран ЕС [5].

В себестоимости животноводческой продукции корма составляют до 70%, что обуславливает её неконкурентоспособность [4]. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема создания высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и технических средств для производства кормов [6].

Следовательно, исследования по разработке концепции малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов являются актуальными.

Объект и методы исследований. Теоретические исследования по разработке концепции малогабаритной гибкой технической системы для приготовления кормов в КФХ и ЛПХ основываются на анализе технологий, технологических процессов, конструктивно-технологических схем и рабочих органов технических средств по приготовлению кормов.

Технологический процесс производства животноводческой продукции следует рассматривать во взаимодействии биологических и технических систем [7].

Технологический процесс в животноводстве – совокупность биологических и технических систем, способов и средств в последовательности выполнения всех операций, связанных с изменением состояния, размеров и форм и расположения предмета труда, включая животных (которые в животноводстве выполняют роль предмета и орудия труда).

В животноводстве технологический процесс можно рассматривать с точки зрения системного подхода, состоящего из двух взаимосвязанных систем: систем обеспечения жизненных функций животных в зоне их нахождения и систем технологического оборудования [7].

При этом отдельным этапом теоретических исследований целесообразно рассматривать анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов. Под гибкостью технической системы следует понимать свойство машины приспосабливаться к выполнению различных технологических процессов по приготовлению кормов.

Под понятием гибкости подразумевается быстрая перенастраиваемость, адаптивность, приспособляемость, трансформируемость, мобильность и т.д. [8].

Анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов проводился с учётом обобщения в этом направлении работ по гибким системам в сельском хозяйстве и промышленности [8–19].

Структура потенциальной гибкости проектируемого устройства как сложной системы определяется конечным количеством более простых подсистем и конечных элементов. Структурную схему системы можно представить в виде условного графического изображения отдельных элементов, входящих в состав системы, и соединяющих их связей.

Такая иерархическая структура системы может изображаться в виде некоторой схемы или так называемого структурного графа [20].

Завершающим этапом теоретических исследований является разработка принципов создания гибкой технической системы по приготовлению кормов, которые имеют существенное влияние на дальнейший выбор и разработку рациональной конструктивно-технологической схемы малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов.

Таким образом, главной целью проведения теоретических исследований является разработка концепции малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов. При этом основными задачами теоретических исследований являются анализ технологий и технических средств по приготовлению кормов, анализ и отбор целесообразных технологических процессов и систематизация их по сходным признакам, анализ и сбор данных по кон-

структивно-технологическим схемам и рабочим органам, анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов.

Методы проведения анализа технических систем основывались на принципах системного подхода. При анализе гибкости технической системы для приготовления кормов использовались принципы разработки гибкой системы и резервирования гибкости. При анализе структуры выявлялись состав элементов, способы их взаимосвязей и множество всех возможных состояний гибкой технической системы для приготовления кормов. При этом применялись методы моделирования и структурирования технического объекта, анализа и выбора рабочих органов и конструктивно-технологических схем. Для описания структуры и свойств, и построения структурной схемы малогабаритной гибкой технической системы для приготовления кормов также применялись методы и элементы аппарата системного анализа, декомпозиции, комбинаций и синтеза элементов, теории множеств и теории графов.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе решения поставленной технической задачи по разработке малогабаритной гибкой технической системы проводился анализ технических объектов, технологий и средств по приготовлению кормов в КФХ и ЛПХ. После анализа и отбора целесообразных технологических процессов и систематизации их по сходным признакам проводился анализ и сбор данных по конструктивно-технологическим схемам и рабочим органам. И в завершение исследований проводился анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов.

Гибкую техническую систему по приготовлению кормов можно охарактеризовать как совокупность технических средств и связей между ними, реализующих преобразование изменяющегося плана заготовок или использования кормов. С другой стороны, под гибкостью технической системы по приготовлению кормов следует понимать специфическое свойство, характеризующееся реагированием и адаптацией к изменяющимся условиям работы и потребностям потребителей в кормах, а также скоростью реакции на адаптацию. Это свойство гибкой технической системы проявляется в адаптации на целесообразные технологические схемы из имеющегося технологического потенциала. В обобщённом виде под гибкостью машины понимается её свойство быстро и с минимальными трудовыми и материальными затратами адаптироваться на выполнение другого технологического процесса в пределах своего технологического потенциала.

Гибкость технической системы должна быть экономически оправдана, обеспечивать высокую производительность и качество получаемой продукции. Входящие в гибкую систему машины, должны иметь высокую надёжность конструкции и технологического процесса, а также удобство в обслуживании и переналадке при максимально высоком, экономически оправданном уровне автоматизации и механизации.

Применение гибких технических систем даёт также следующие преимущества: облегчается и удешевляется переход на получение нового продукта или технологического процесса за счёт гибкости системы; обеспечивается более полное удовлетворение запросов заказчика и потребителя; интенсифицируется технологический процесс за счёт повышения коэффициентов сменности и загрузки агрегатов, сокращается производственный цикл работ; снижается материалоемкость технических средств.

Под потенциальной гибкостью G_n технической системы понимается отношение фактически заложенной и достижимой гибкости G_d к требуемому значению гибкости G_{mp} , например, по техническому заданию (ТЗ) [8]:

$$G_n = G_d / G_{mp}. \quad (1)$$

При этом, если $G_n = 1$, то гибкая система удовлетворяет ТЗ; при $G_n > 1$ имеется резерв системы по гибкости, при $G_n < 1$ гибкая система разработке не подлежит.

Заложенные в гибкие машины рабочие органы и элементы, диапазоны изменения их параметров и режимов, образуют так называемую область технологических возможностей гибкой машины по приготовлению кормов, что определяет её технологический потенциал. Каждое установившееся состояние гибкой технической системы характеризуется показателями динамического качества: устойчивостью, запасом устойчивости, устойчивостью к

внешним воздействиям. При изменении цели переработки кормов, требуется переход системы в новое состояние, при этом переходной процесс характеризуется в основном потерями времени и скоростью перехода. Указанные характеристики являются динамическими показателями гибкости системы.

Основными характеристиками гибкой технической системы являются: время, затрачиваемое на переналадку, технологический потенциал, живучесть, производительность, минимум приведенных затрат на технологический процесс, максимум эффективности. Под живучестью гибкой технической системы (ГТС) подразумевается отличительное её свойство противостоять вредным воздействиям внешней среды и продолжать выполнять работу за счёт перераспределения её между устойчиво работающими машинами, рабочими органами или путём введения в работу резервных многофункциональных рабочих органов или перестройки на обходной, допустимый технологический процесс.

Живучесть технической системы является одной из важнейших характеристик её гибкости [18]. В ГТС по приготовлению и использованию кормов особенно высокой живучестью должна обладать основная машина, генерирующая технологические процессы и комплексы машин – это измельчающий аппарат.

Живучесть – это вероятностная категория [19] и может быть оценена вероятностью выживания системы:

$$P = \sum_{i=1}^{2^n-1} p(\omega_i), \quad (2)$$

где $P(\omega_i)$ – вероятность пребывания системы в состоянии, при котором она может выполнять лишь только часть технологических процессов ω_i ;

n – число возможных благоприятных состояний системы.

Анализ путей повышения эффективности использования сменных модулей можно провести на основе введения понятия коэффициента использования сменного модуля за сезон K_u :

$$K_u = \frac{t_u}{t_n + \sum t_s}, \quad (3)$$

где t_u – время использования сменного модуля за сезон;

t_n – время на переналадку ГТС под сменный модуль;

$\sum t_s$ – суммарное время эксплуатации ГТС.

Из формулы (3) следует, что $0 < K_u < 1$ и увеличить коэффициент использования сменного модуля можно за счёт придания ему многофункциональности и сокращения времени на переналадку, что снизит эксплуатационные издержки.

Необходимо сказать об отличии гибкости технологического комплекса, машины от универсальности. Характеристика универсальности более узкая, чем гибкости. Под универсальностью комплекса, машины следует понимать, например, способность их работать на измельчении различных кормов. Гибкость же комплекса, машины характеризуется способностью последних быстро переключаться на выполнение других технологических процессов в рамках заданных ограничений. В этом существенное отличие гибкости от универсальности, хотя эти понятия тесно связаны между собою [9].

На основании вышеизложенного, разработана классификационная графовая модель потенциальной гибкости проектируемой технической системы по приготовлению кормов, в соответствии с которой потенциальную гибкость проектируемой технической системы по приготовлению кормов 1 классифицируем на конструктивно-технологическую 2, параметрическую 3, по способу агрегатирования с энергетическими средствами 4 и по адаптации на переработку различных кормов 5 (рисунок 1).

Конструктивно-технологическая гибкость 2 должна обеспечивать генерирование основных технологических процессов по приготовлению 6 и использованию кормов 7, а также дополнительных технологических процессов 8.

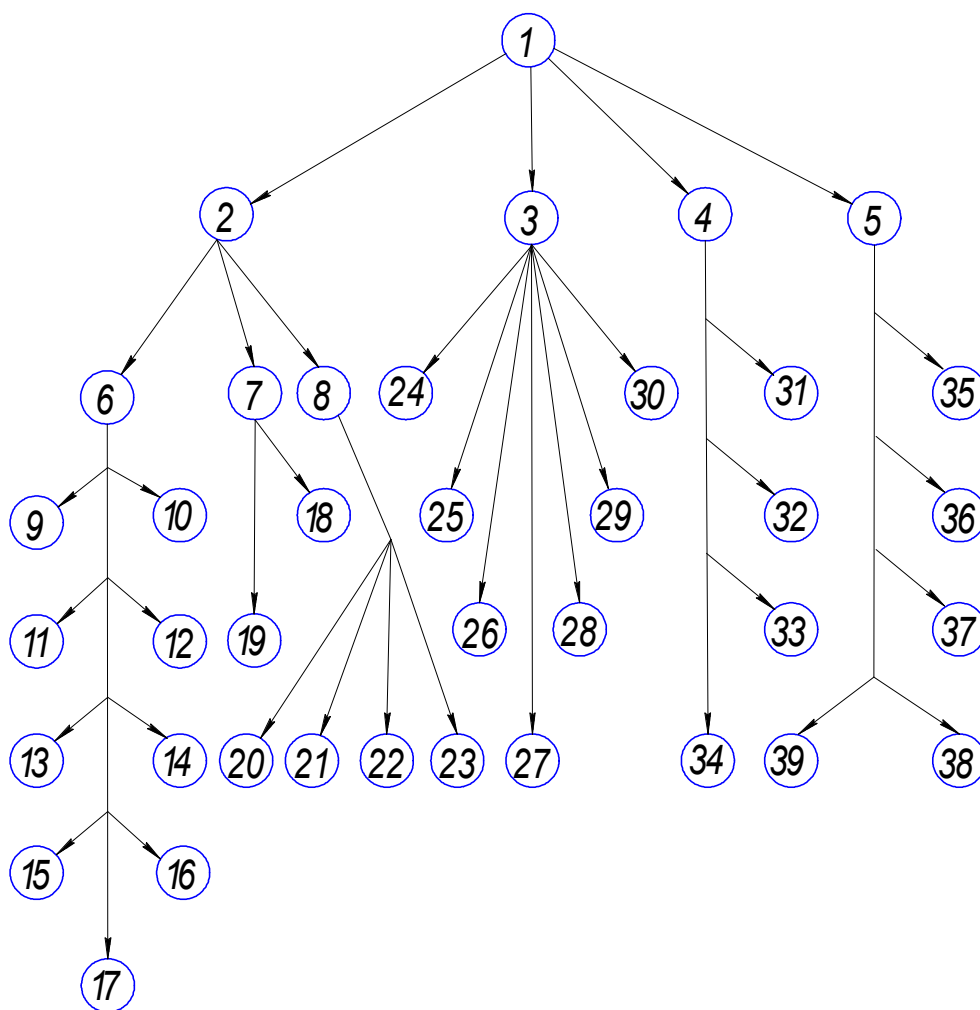


Рис. 1 - Классификационная графовая модель потенциальной гибкости проектируемой технической системы по приготовлению кормов

По приготовлению кормов 6 гибкая техническая система должна обеспечить следующие основные технологические процессы: измельчение стебельчатых кормов (трава, солома, сено, стебли кукурузы и т.п.) 9; измельчение зерновых кормов на фуражные цели 10; измельчение корнеклубнеплодов (свёкла, картофель и т.п.) 11; измельчение овощей и фруктов (тыква, кабачки, яблоки и т.п.) 12; измельчение кукурузных початков 13; лущение кукурузных початков 14; приготовление комбикормов 15; одновременное измельчение и смешивание различных кормов 16; смешивание уже измельчённых кормов 17.

По использованию кормов 7 гибкая техническая система должна обеспечить выполнение следующих основных технологических процессов: обработку кормов химреагентами (щёлочью и др.) для повышения питательности и переваримости 18; использование кормов в качестве подстилки 19.

Гибкую техническую систему также целесообразно использовать для выполнения дополнительных технологических процессов 8: сушки сена за счёт активного вентилирования его атмосферным воздухом 20; вентилирования животноводческих и производственных помещений 21; использования гибкой системы в качестве соковыжималки 22; переоборудования в ручную тележку для перевозки различных грузов 23.

Параметрическая гибкость 3 обеспечивается варьированием следующих параметров: временем адаптации на новый технологический процесс 24; производительностью 25; затратами энергии на технологический процесс 26; степенью измельчения и расщепления кормов 27; технологической живучестью 28; приведенными затратами на реализацию технологической схемы 29; экономической эффективностью 30.

Гибкая техническая система должна обеспечивать следующие способы агрегатирования с энергетическими средствами 4: установку электродвигателя с различной мощностью (от 1 до 5 кВт) 31, различным номинальным напряжением сети (220 и 380 В) 32, различной частотой вращения вала (от 940 до 3000 мин⁻¹) 33; привод рабочих органов от ВОМ трактора 34.

Адаптация на переработку различных кормов 5 обеспечивается измельчением: стебельчатых кормов 35; зерна 36; корнеклубнеплодов 37; овощей и фруктов 38; кукурузных початков 39.

Также, гибкая техническая система может использоваться в виде стационарного или передвижного (мобильного) кормоприготовительного агрегата.

Важное значение при разработке гибкой технической системы имеет принцип резервирования гибкости с учётом морального и физического износа системы в течение нормативного срока эксплуатации. Разрабатываемые и внедряемые в производство гибкие технические системы должны использоваться по крайней мере не менее 8–10 лет. Следовательно, разработчик гибкой технической системы должен хотя бы приближённо заложить в систему перспективную гибкость, отвечающую предстоящему уровню научно-технического прогресса и развитию запросов сельскохозяйственного производства, или, по крайней мере, разработчик должен конструктивно предусмотреть возможность повышения гибкости машины при проведении её модернизации.

При разработке гибких технических систем наиболее целесообразен модульный принцип конструирования с созданием отдельных быстропереналаживаемых сменных модулей для выполнения или генерации целесообразных технологических процессов с минимизацией времени на их переналадку. При разработке гибкой технической системы по приготовлению и использованию кормов на ограниченной модульной основе можно получить большое количество конструктивно-технологических схем устройств. Определение из этого числа рациональной конструктивно-технологической схемы устройства представляет собой сложную и весьма трудоёмкую задачу.

Проведённые нами исследования, обобщения и конструкторские разработки [8–15, 21] позволили сформировать и сформулировать основные принципы создания (разработки) гибких технических систем по приготовлению кормов:

- модульное построение устройств с отдельными сменными или быстроперестраиваемыми рабочими подмодулями и оперативным контролем за ходом их работы;
- минимально возможные затраты времени на адаптацию машины на новый технологический процесс;
- концентрация технологических операций и совмещение на одной машине разнохарактерных технологических процессов;
- максимально возможное приближение к базовому технологическому процессу, выполняемому машиной, дополнительных технологических процессов;
- минимизация количества машин и рабочих органов;
- максимально возможная механизация и автоматизация переналадки машин на новый технологический процесс, смены рабочих органов и подналадки их в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого продукта, погодных условий и т.д.;
- резервирование гибкости с учётом морального и физического износа системы в течение нормативного срока эксплуатации.

Таким образом, сформированный и сформулированный нами комплекс связанных между собой конструктивных принципов образует систему понимания – концепцию разработки гибкой технической системы, способной адаптироваться на выполнение целесообразных технологических процессов по приготовлению кормов.

Последнее позволяет предопределить стратегию дальнейших действий и служит основой последующих утверждений о рациональной конструктивно-технологической схеме малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов.

Выводы.

1. Анализ технологий и технических средств по приготовлению кормов и их гибкости, построение классификационной графовой модели потенциальной гибкости позволили сформулировать основные принципы создания гибкой технической системы по приготовлению кормов, которые в комплексе образуют концепцию разработки малогабаритной гибкой технической системы, способной адаптироваться на выполнение целесообразных технологических процессов по приготовлению кормов.
2. Результаты проведенных теоретических исследований целесообразно использовать при выборе и разработке рациональной конструктивно-технологической схемы малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов.
3. На основании проведенных нами исследований был разработан и выпущен опытной партией гибкий малогабаритный передвижной кормоприготовительный агрегат ИУФ-1.

Библиография

1. Морозов Н.М., Морозов И.Ю. Инновационные направления механизации и автоматизации животноводства – основа повышения эффективности и качества продукции. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://clck.ru/UMnvj>.
2. Морозов Н.М., Морозов И.Ю. Система машин для животноводства и направления развития технического прогресса в отрасли // Техника и технологии в животноводстве. 2020. №1(37). С. 4-13.
3. Морозов Н.М. Инновационные направления развития механизации и автоматизации животноводства. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://clck.ru/UMnmr>.
4. Ерохин М.Н., Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Казанцев С.П. Структурно-технологическое моделирование процессов и функциональных систем в молочном скотоводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2007. Т. 17. № 1. С. 19-31.
5. Измайлов А.Ю. Лобачевский Я.П., Марченко О.С., Ценч Ю.С. Создание инновационной техники и ресурсосберегающих технологий производства кормов – основа развития животноводства // Техника и технологии АПК. 2017. № 6(82). С 23-28.
6. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Ерохин М.Н. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике : научное издание. М.: Росинформагротех, 2011. 248 с.
7. Механизация животноводства. Электронный ресурс. Режим доступа: https://nsau.edu.ru/downloads/library/ugebnik/mexanizasi_givotnovodstva/data/vvden.htm.
8. Шаповалов В.И., Болоташвили З.У., Вольвак С.Ф., Лысенко И.Б. Разработка гибких систем – эффективный путь механизации сельскохозяйственного производства // Вісник Східноукраїнського державного університету. Луганськ: Вид-цтво СУДУ, 1996. № 1. С. 169-173.
9. Шаповалов В.И., Вольвак С.Ф., Болоташвили З.У. Разработка классификационной графовой модели потенциальной гибкости универсального кормоприготовительного агрегата // Збірник наукових праць Луганського сільськогосподарського інституту. Луганськ: Вид-цтво ЛСГІ, 1997. №1. С. 45-48.
10. Шаповалов В.И., Вольвак С.Ф., Болоташвили З.У. Разработка гибкого универсального малогабаритного кормоприготовительного агрегата ИУФ-1 // Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: Збірник наукових праць. Кіровоград: КІСМ, 1997. С. 113-116.
11. Вольвак С.Ф. Анализ гибкости малогабаритной кормоприготовительной техники // Збірник наукових праць Луганського державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ: ЛДАУ, 2001. № 10 (22). С. 51-55.
12. Вольвак С.Ф. Построение расчетной модели функционирования гибкой системы для приготовления кормов // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2003. № 31 (43). С. 95-100.
13. Шаповалов В.И., Волик И.А. Эффективность технологий и комплексов машин, обусловленная применением гибкого устройства типа ПУН // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. 1986. № 8. С. 11-17.
14. Шаповалов В.И., Волик И.А. Анализ и синтез конструктивно-технологических схем средств для уборки и использования НЧУ к зерноуборочному комбайну // В сб.: «Механизация уборочно-транспортных процессов в полеводстве». Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1987. С. 133-143.
15. Шаповалов В.И. Гибкие устройства к зерноуборочному комбайну для укладки соломы в валок // Тракторы и сельхозмашины. 1987. № 5. С. 22-25.
16. Меткин Н.П., Лапин М.С. Гибкие производственные системы. М.: Изд-во стандартов, 1989. 312 с.
17. Системное проектирование гибких технологических комплексов в машиностроении: Тезисы докладов науч.-практ. семинара / Под общ. ред. Н.Г. Наянзина. Владимир: Б. и., 1982. 82 с.
18. Цвиркун А.Д. Структура сложных систем. М.: Советское радио, 1975. 200 с.
19. Наянзин Н.Г. Системное проектирование гибких производственных систем. М.: НИИмаш, 1984. 51 с.

20. Василенко П.М., Погорельий Л.В. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства. К.: Вища шк., 1985. 266 с.
21. Шаповалов В.И., Вольвак С.Ф. Механизация переработки кормовых и пищевых продуктов путем разработки гибкого малогабаритного передвижного агрегата. Монография. Луганск: Элтон–2, 2009. 213 с.

References

1. Morozov N.M., Morozov I.Yu. Innovacionny`e napravleniya mexanizacii i avtomatizacii zhivotnovodstva – osnova povu`sheniya e`ffektivnosti i kachestva produkcii [Innovative directions of mechanization and automation of animal husbandry – the basis for improving the efficiency and quality of products]. Electronic resource. Access mode: <https://clck.ru/UMnvj>.
2. Morozov N.M., Morozov I.Yu. Sistema mashin dlya zhivotnovodstva i napravleniya razvitiya texnicheskogo progressa v otrasli [The system of machines for animal husbandry and the directions of development of technical progress in the industry] // Equipment and technologies in animal husbandry. 2020. №1(37). Pp. 4-13.
3. Morozov N.M. Innovacionny`e napravleniya razvitiya mexanizacii i avtomatizacii zhivotnovodstva [Innovative directions of development of mechanization and automation of animal husbandry]. Electronic resource. Access mode: <https://clck.ru/UMnmr>.
4. Erokhin M.N., Kirsanov V.V., Tsoi Yu.A., Kazantsev S.P. Strukturno-texnologicheskoe modelirovanie processov i funkcional`ny`x sistem v molochnom skotovodstve [Structural and technological modeling of processes and functional systems in dairy cattle breeding] // Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry Mechanization. 2007. Vol. 17. No. 1. Pp. 19-31.
5. Izmailov A.Yu. Lobachevsky Ya.P., Marchenko O.S., Tsench Yu.S. Sozdanie innovacionnoj texniki i resursoberegayushhix texnologij proizvodstva kormov – osnova razvitiya zhivotnovodstva [Creation of innovative equipment and resource-saving technologies of feed production – the basis of animal husbandry development] // Machinery and technologies of the agro-industrial complex. 2017. No. 6 (82). Pp. 23-28.
6. Fedorenko V.F., Buklugin D.S., Erokhin M.N. Texnicheskie i texnologicheskie trebovaniya k perspektivnoj sel`skoxozyajstvennoj texnike : nauchnoe izdanie [Technical and technological requirements for promising agricultural machinery: scientific edition]. Moscow: Rosinformagrotech, 2011. 248 p.
7. Mexanizaciya zhivotnovodstva [Mechanization of animal husbandry]. Electronic resource. Access mode: https://nsau.edu.ru/downloads/library/ugebnik/mexanizasi_givotnovodstva/data/vvden.htm.
8. Shapovalov V.I., Bolotashvili Z.U., Volvak S.F., Lysenko I.B. Razrabotka gibkix sistem – e`ffektivny`j put` mexanizacii sel`skoxozyajstvennogo proizvodstva [Development of flexible systems – an effective way of mechanization of agricultural production] // Bulletin of the East Ukrainian State University. Luhansk: Publishing House of the court, 1996, No. 1, Pp. 169-173.
9. Shapovalov V.I., Volvak S.F., Bolotashvili Z.U. Razrabotka klassifikacionnoj grafovoj modeli potencial`noj gibkosti universal`nogo kormoprigotovitel`nogo agregata [Development of a classification graph model of the potential flexibility of a universal feed preparation unit] // Collection of scientific works of Luhansk Agricultural Institute. Luhansk: LSGI publishing house, 1997, No. 1, Pp. 45-48.
10. Shapovalov V.I., Volvak S.F., Bolotashvili Z.U. Razrabotka gibkogo universal`nogo malogabaritnogo kormoprigotovitel`nogo agregata IUF-1 [Development of a flexible universal small-sized feed preparation unit IUF-1] // Problems of design, production and operation of agricultural machinery: collection of scientific papers. Kirovograd: KISM publ., 1997. Pp. 113-116.
11. Volvak S.F. Analiz gibkosti malogabaritnoj kormoprigotovitel`noj texniki [Analysis of the flexibility of small-sized feed preparation equipment] // Collection of scientific papers of Luhansk State Agrarian University. Series: Technical Sciences. Luhansk: LDAU publ., 2001, No. 10 (22). Pp. 51-55.
12. Volvak S.F. Postroenie raschetnoj modeli funkcionirovaniya gibkoj sistemy` dlya prigotovleniya kormov [Construction of a computational model of the functioning of a flexible system for the preparation of feed] // Collection of scientific papers of Luhansk National Agrarian University. Series: Technical Sciences. Luhansk: LNAU publishing house, 2003, No. 31 (43). Pp. 95-100.
13. Shapovalov V.I., Volik I.A. E`ffektivnost` texnologij i kompleksov mashin, obuslovlennaya primeneniem gibkogo ustrojstva tipa PUN [Efficiency of technologies and complexes of machines caused by the use of a flexible device of the PUN type] // Mechanization and electrification of rural households. 1986. No. 8. Pp. 11-17.
14. Shapovalov V.I., Volik I.A. Analiz i sintez konstruktivno-texnologicheskix sxem sredstv dlya uborki i ispol`zovaniya NChU k zernouborochnomu kombajnu [Analysis and synthesis of design and technological schemes of means for harvesting and using non-grain part of the crop for a combine harvester] // In the collection: "Mechanization of harvesting and transport processes in field farming". Zernograd: VNIPTIMESH, 1987. Pp. 133-143.
15. Shapovalov V.I. Gibkie ustrojstva k zernouborochnomu kombajnu dlya ukladki solomy` v valok [Flexible devices for a combine harvester for laying straw in a roll] // Tractors and agricultural machines. 1987. No. 5. Pp. 22-25.
16. Metkin N.P., Lapin M.S. Gibkie proizvodstvenny`e sistemy` [Flexible production systems]. Moscow: Izd-vo standartov, 1989. 312 p.
17. Sistemnoe proektirovanie gibkix texnologicheskix kompleksov v mashinostroenii: Tezisy` dokladov nauchno-prakticheskogo seminaru [System design of flexible technological complexes in mechanical engineering: Abstracts of scientific and practical seminar reports] / Under the general editorship of N.G. Nayanzin. Vladimir: B. i., 1982. 82 p.

18. Tsvirkun A.D. Struktura slozhny`x sistem [The structure of complex systems]. Moscow: Sovetskoe radio, 1975. 200 p.
19. Nayanin N.G. Sistemnoe proektirovanie gibkix proizvodstvenny`x sistem [System design of flexible production systems]. Moscow: NIImash, 1984. 51 p.
20. Vasilenko P.M., Pogorely L.V. Osnovy` nauchny`x issledovanij. Mexanizaciya sel`skogo xozyajstva [Fundamentals of scientific research. Mechanization of agriculture]. K.: Vishcha shk., 1985. 266 p.
21. Shapovalov V.I., Volvak S.F. Mekhanizaciya pererabotki kormovyh i pishchevyh produktov putem razrabotki gibkogo malogabaritnogo peredvizhnogo agregata . Monografiya [Mechanization of processing of feed and food products by developing a flexible small-sized mobile unit. Monograph]. Lugansk: Elton-2, 2009. 213 p.

Сведения об авторах

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

Шаповалов Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, ГОУ ВО ЛНР Луганский ГАУ, городок ЛГАУ 1, г. Луганск, ЛНР, 91008.

Information about author

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

Shapovalov Viktor Ivanovich, doctor of technical sciences, professor of the department of agricultural machinery, State Educational Institution of Higher Education LPR «Luhansk State Agrarian University», the town of LGAU 1, Lugansk, LPR, 91008.

УДК 62-523:62-529

*Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, А.В. Коломейченко, М.Е. Герасимов, П.Н. Зотов,
А.С. Коломейченко*

РАЗВИТИЕ РЫНКА ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ. БАРЬЕРЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. Начиная с 2013 года начался устойчивый практически ежегодный рост количества посевных площадей с прогнозом дальнейшего их увеличения до 2030 года. С учетом сложившейся динамики по освоению сельских территорий Минсельхоз России разработал Госпрограмму эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. Срок реализации Госпрограммы с 2021 по 2030 годы. В ней предусматривается вовлечение к концу 2030 года в оборот земель сельскохозяйственного назначения площадью не менее 12000 тыс. гектаров. Запланированные мероприятия должны позволить увеличить экспорт продукции АПК, улучшить качественные показатели жизни человека на сельских территориях и приблизить уровень жизни сельского населения к городскому. Для обеспечения выполнения принятой Госпрограммы необходима разработка, производство и использование комплекса высокоавтоматизированных машин сельскохозяйственного назначения. В работе проведён анализ перспектив развития рынка высокоавтоматизированных машин, показываются барьеры, которые препятствуют развитию этого рынка в России и в мире. Отмечены шаги, которые необходимо сделать для преодоления указанных барьеров. Приводится описание международных и российских нормативов и требований по безопасности к высокоавтоматизированным машинам. Представлены мероприятия, которые необходимо провести для развития рынка высокоавтоматизированной сельскохозяйственной техники. Обоснована актуальность создания нормативных, технических и правовых баз, а также необходимость создания испытательного центра для тестирования на соответствие регламентам безопасности высокоавтоматизированных тракторов сельскохозяйственного и лесного назначения. Указывается, что только при применении комплексного подхода, который будет заключаться в совместном поиске и реализации решений производителями компонентной базы и техники сельскохозяйственного назначения, органами государственного управления, научными институтами, образовательными организациями, возможно получить качественный и конкурентный продукт – высокоавтоматизированный машинно-тракторный агрегат, который позволит сделать прорыв в развитии отечественного сельскохозяйственного машиностроения и сельских территорий.

Ключевые слова: рынок, сельские территории, стандарт, безопасность, высокоавтоматизированный, беспилотный, машинно-тракторный агрегат, испытательный центр, сельскохозяйственное машиностроение.

DEVELOPMENT OF MARKET OF HIGHLY AUTOMATED AGRICULTURAL MACHINERY. BARRIERS AND THEIR SOLUTIONS

Abstract. Since 2013, there has been a steady almost annual growth in the number of cultivated areas with a forecast of their further increase through 2030. Taking into account the current dynamics on the development of rural areas, the Ministry of Agriculture of Russia has developed the State Program for the effective involvement of agricultural land and the development of land improvement complex of the Russian Federation. The term of the State Program is from 2021 to 2030. It intends to put at least 12,000,000 hectares of agricultural land into use by the end of 2030. The planned activities should increase exports of agricultural products, improve the quality of human life in rural areas and bring the standard of living of the rural population closer to the urban one. The development, production and use of a range of highly automated agricultural machines are necessary to ensure the implementation of the adopted State Program. The paper analyzes the prospects for the development of the market of highly automated machines and shows the barriers that hinder the development of this market in Russia and in the world. It shows the steps that need to be taken to overcome these barriers. The urgency of creating normative, technical and legal bases, as well as the necessity of creating a center for testing the compliance with the safety regulations for agricultural and forestry tractors is substantiated. The description of international and Russian standards and safety requirements for the products of highly automated machines is given. The measures to be taken for the development of the market of highly automated agricultural machinery are presented. It is pointed out that only when applying a comprehensive approach, which will consist in the joint search and implementation of solutions by manufacturers of component base and agricultural machinery, public administration authorities, scientific institutions, educational organizations, it is possible to obtain a quality and competitive product – a highly automated tractor-implement unit, which will make a breakthrough in the development of domestic agricultural engineering and rural areas.

Keywords: market, rural areas, standard, safety, highly automated, unmanned, tractor-implement unit, control, test center, agricultural engineering.

Введение. Анализ текущей и прогнозируемой ситуации в сельском хозяйстве России показал следующие тенденции (рисунок 1). За период с 1990 по 2019 годы происходил процесс устойчивого снижения трудоспособного населения на селе. С 2013 года начался устойчивый рост количества посевных площадей с прогнозом дальнейшего их увеличения до 2030 года.

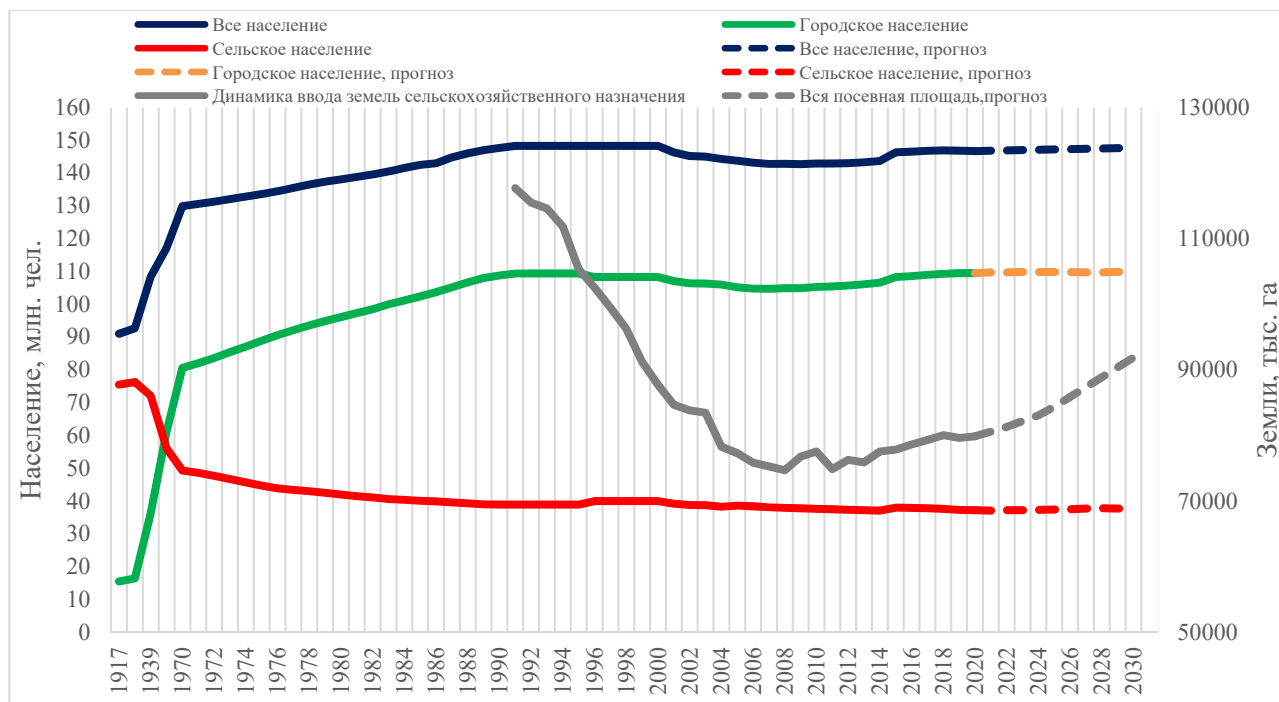


Рис. 1. Динамика освоения сельских территорий

Учитывая сложившуюся тенденцию, Минсельхоз России разработал Госпрограмму эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса [1]. Проект постановления правительства о ее утверждении размещен на портале проектов нормативных правовых актов. Сроки реализации Госпрограммы – 2021-2030 годы, стоимость ее превышает 1,41 трлн. рублей [2]. Планируемые шаги позволят увеличить экспорт продукции АПК, улучшить качественные показатели жизни человека на сельских территориях и приблизить уровень жизни сельского населения к городскому. Предусматривается вовлечение к концу 2030 года в оборот земель сельскохозяйственного назначения площадью не менее 12000 тыс. гектаров, с ежегодным вводом в 2021-2022 гг. по 700 тыс. га; в 2023-2024 гг. по 900 тыс. га; в 2025 г. – 1300 тыс. га; в 2025-2030 гг. – по 1500 тыс. га. Сравнивая показатели развития посевных площадей с прогнозом роста населения на сельскохозяйственных территориях с учетом доведения качества жизни сельского населения до городского уровня, мы приходим к выводу о положительных предпосылках к интенсивному развитию рынка эффективных высокоавтоматизированной сельскохозяйственной техники и машинно-тракторных агрегатов.

Методы исследования. Исследования проводились на основе комплексного анализа и синтеза информации [3-5] посредством мониторинга правительственных документов, информационных бюллетеней, научно-технической литературы и сайтов международных организаций.

Результаты исследования и их обсуждение. Тренд к развитию высокоавтоматизированных или полностью автономных машин и их использованию наблюдается во многих странах мира (таблица 1). Оценка произведена на основе заключений экспертов Института экспериментального программного обеспечения Fraunhofer Engineering IESE в сотрудничестве с Kleffmann Group (KG) в 2019 году [6]. Согласно этой оценке к 2045 году в подавляющем большинстве стран мира, ожидается 10 - 50 процентная доля полностью автономных машин от их общего количества. Автоматизированные машины широко используются в раз-

личных отраслях промышленности. До сих пор автоматизированные машины в основном работали на закрытых территориях (например, в портах и на шахтах), а автоматизированные вилочные погрузчики и системы высокоманевренных роботов AGV используются на заводах и складах в различных странах. В последние годы стремительно расширяется использование автоматизированных машин и в сельскохозяйственном производстве продукции во многих развитых странах мира.

Таблица 1. Прогноз по развитию рынка высокоавтоматизированных машин к 2045 году

Мировые рынки	Полностью управляемая человеком (без технической помощи), %	Помощь человеку (техническая помощь, например, GPS-ГЛОНАСС), %	Контролируемая автономная машина, %	Полностью автономная машина, %
Северная Америка и Австралия (высокие технологии, крупные рынки сбыта)	< 10	< 10	50-80	10-50
Западноевропейские рынки (высокие технологии)	< 10	< 10	> 80	10-50
Малые азиатские рынки (крупные рынки сбыта)	10-50	10-50	10-50	10-50
Латинская Америка (низкие технологии, крупные рынки сбыта)	< 10	50-80	10-50	10-50
Африканский и Ближневосточный рынки	50 - 80	10-50	< 10	< 10
Восточноевропейские рынки	< 10	10-50	< 10	10-50

На текущий момент, наряду с высокими возможностями по производству высокоавтоматизированных машинно-тракторных агрегатов (ВАМТА), успешному их производству и использованию в сельскохозяйственном производстве в России препятствует отсутствие:

- регламентов взаимодействия ВАМТА со спутниками GPS-ГЛОНАСС и с сетью сотовой связи;
- норм для безопасной работы ВАМТА;
- регламентов и единых технических норм цифрового поля;
- регламентов единых параметров при оцифровке полей;
- регламентов для сертификации единой линейки параметров цифрового оборудования;
- единого технического регламента ВАМТА;
- единых параметров связи с подключаемой техникой от различных производителей (ISOBUS);
- единых регламентов взаимодействия между машиной и инфраструктурой умного поля;
- единых регламентов умного поля и его инфраструктуры;
- единых регламентов телеметрических параметров;
- регламентов по защищённости программного обеспечения и оборудования от влияния помех электромагнитного поля;
- регламентов по защищённости программного обеспечения от преднамеренных помех;
- регламентов по шифрозащищённости каналов управления;

- регламентов по защищённости программного обеспечения и оборудования от внешних воздействий;
- регламентов для алгоритмов работы при наличии подвижных и неподвижных препятствий;
- регламентов при выполнении агротехнических и других работ;
- регламентов по действиям при возникновении внештатных ситуаций;
- регламентов инфраструктуры цифрового поля.

Вопросы нормативного обеспечения решаются в технических комитетах (ТК) ISO:

ТК 127 – Землеройные машины;

ТК 110 – Промышленные тележки;

ТК 82 – Горное дело;

ТК 23 – Тракторы и машины для сельского и лесного хозяйства;

ТК 22 – Автомобили дорожные;

ТК 96 – Краны;

ТК 299 – Робототехника.

И в двух технических комитетах (ТК) МЭК:

ТК 44 – Безопасность машин. Электротехнические аспекты;

ТК 9 – Электрооборудование и системы для железных дорог.

Анализируя информацию, полученную из стандартов ISO, IEC, других стандартов, а также технических отчетов из различных секторов промышленности, были изучены области применения высокоавтоматизированной техники в различных отраслях промышленности, а также промышленных роботов. На практике терминология понятий высокоавтоматизированной техники все еще очень разнообразна. Термины «Беспилотный», «Высокоавтоматизированный» и т.д. используются во многих стандартах и научных статьях. Происходит разночтение в определениях.

В секторе мобильных рабочих машин ISO 17757 определяются термины автономная работа и автономная машина следующим образом [6].

Автономная работа – это «режим работы, в котором мобильная машина выполняет все критически важные для безопасности машины, а также землеройные или горнодобывающие функции, связанные с ее определенными операциями, без вмешательства оператора. Оператор может предоставить пункт назначения или навигационный ввод, но не требуется для утверждения управления во время определенной операции».

Автономная машина – это «мобильная машина, которая предназначена для работы в автономном режиме в течение своего обычного рабочего цикла».

Стандарт ISO 18497 [7] определяет требования к автоматизации, применяемой в сельскохозяйственной технике и тракторах. Стандарт ISO 3691-4 [8] определяет требования к беспилотным вилочным погрузчикам, грузовым автомобилям-роботам, автоматически управляемым тележкам и связанным с ними системам.

Анализ требований по безопасности с точки зрения характеристик систем восприятия, установленных для автономного транспорта и автономных автомобилей (автомобилей - роботов), которые могут применяться к внедорожным транспортным средствам, показал, что основной проблемой при разработке автономной мобильной техники являются требования к сенсорным системам для обнаружения людей. Поскольку основные риски при использовании автономной мобильной рабочей техники, связаны с возможностью столкновения машины и человека из-за движения машины, рабочего органа или полезной нагрузки, перемещения человека [9]. В связи с этим, возникает необходимость в идентификации людей. У имеющихся в настоящее время датчиков есть проблема, заключающаяся в том, что при потере работоспособности они не могут обнаружить человека. Отказ в большинстве случаев вызывается различными неблагоприятными внешними условиями. Кроме того, датчики имеют определенные пределы измерений, за значениями которых их работа невозможна. К сожалению, эти пределы часто не ясны, и чувствительность датчика постепенно снижается по мере ухудшения условий их работы. Изменяющиеся условия на открытом воздухе

являются основным источником отказов датчиков. В настоящее время нет стандартных определений для внешних условий. Требования к характеристикам датчиков могут включать работу в тумане, запылённости, снегопаде и т.д., но без определения уровней внешних условий.

На основе проведенного анализа, были выявлены две основные проблемы в стандартизации требований безопасности для автономных машин:

1) существует разрыв между требованиями, установленными в стандартах, и современным уровнем развития техники и технологий. Действующие стандарты предполагают полное соответствие выпускаемой продукции установленным техническим нормативам. Возникают проблемы с подгонкой стремительно изменяющихся высокоавтоматизированных машин к требованиям стандартов;

2) существующие стандарты безопасности в основном предназначены для конструкторов и производителей машин. В стандартах не учитываются этические принципы взаимодействия машины с человеком и операционной средой. На стадии проектирования рабочий процесс и операционная среда должны определять особенности применения типов и систем автономных объектов.

Развитию рынка высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин в значительной степени препятствуют нормативно-правовые барьеры. Основной проблемой является неопределённость ответственности при наступлении несчастного случая из-за отсутствия правового урегулирования порядка использования ВАМТА, которая выражается отсутствием следующих нормативно-правовых документов:

- правовой базы для использования высокоавтоматизированных машинно-тракторных агрегатов;

- правового статуса субъектов, осуществляющих разработку и производство высокоавтоматизированной техники;

- правового статуса субъектов, осуществляющих испытание высокоавтоматизированной техники;

- правового статуса субъектов, являющихся правообладателем высокоавтоматизированной техники;

- правовой базы, определяющей деятельность операторов, правового предписания, регламентирующего поведение лица в сфере управления ВАМТА;

- правового статуса цифрового поля, регламентирующего уровень опасности по подобию опасного объекта;

- технических регламентов и базы по правообладанию, доступу и использованию накопленных данных программного обеспечения;

- технических регламентов и базы по правообладанию, доступу и использованию накопленных данных считываемой телеметрической информации физическим и юридическим лицам, государственным структурам.

Мероприятия по обеспечению благоприятных условий развития рынка высокоавтоматизированных машин для сельскохозяйственного производства должны включать в себя:

- создание правовой и нормативно-технической базы для испытания и использования ВАМТА;

- создание специализированных оборудованных испытательных центров и подготовка кадров для тестирования ВАМТА, включающих: лаборатории для тестирования защищённости программного обеспечения и лаборатории для тестирования защищённости каналов управления, испытательные площадки тестирования систем управления в неблагоприятных внешних условиях.

Для развития рынка беспилотной техники сельскохозяйственного назначения и её допуска к работам в сельское хозяйство Центром сельскохозяйственного машиностроения ФГУП «НАМИ» [10-12] совместно с Департаментом растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России на основе действующих стандартов и технических регламентов (таблица 2) разрабатываются Проекты Положений:

«Об особенностях допуска к эксплуатации тракторов, самоходных дорожно-строительных и иных самоходных машин с высокой степенью автоматизации управления на период тестирования», «Требования к полигонам для испытания высокоавтоматизированной техники», «Требования к безопасности и соответствующие методы оценки соответствия тракторов, самоходных дорожно-строительных и иных самоходных машин с высокой степенью автоматизации управления».

Таблица 2. Имеющееся нормативно-правовое обеспечение безопасности при эксплуатации сельскохозяйственной и техники другого назначения в России

	Мониторинг окружающей среды, проводимый непосредственно оператором	Автономная система слежения за внешней средой
Стандарты и технические регламенты	ГОСТ 12.2.140-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Тракторы малогабаритные. Общие требования безопасности»	Международный стандарт ISO/FDIS 18497.2 Сельскохозяйственная техника и тракторы. Безопасность высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин. Принципы проектирования. Принят в октябре 2018г.
	ГОСТ 12.2.019-2005 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Тракторы и машины самоходные. Общие требования безопасности»	
	ГОСТ ISO 12.1.00-2013 Межгосударственный стандарт. Безопасность машин. «Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска»	
	Технический регламент Таможенного союза 031/2012 «О безопасности сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов и прицепов к ним»	Постановление Правительства РФ от 26.11.2018г. № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств»
	Технический регламент Таможенного союза 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»	
	Технический регламент Таможенного союза 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»	
	Постановление Правительства РФ от 1 августа 2016г. № 740 «Об определении функциональных характеристик и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования»	

Выводы. При должном подходе к проблеме, рассмотренной в работе, совместному поиску и реализации решений не только производителями компонентной базы и техники сельскохозяйственного назначения, но и органами государственного управления, научными институтами, образовательными организациями, возможно получить качественный и конкурентный продукт в виде ВАМТА, который позволит сделать прорыв в развитии отечественного сельскохозяйственного машиностроения [13-17] и скачок в развитии сельских территорий.

Библиография

1. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/33051-minselkhoz-razrabotal-gosprogrammu-vovlecheniya-v-oborot-selkhozemel/> (дата обращения: 17.02.2021).
2. URL: https://www.iese.fraunhofer.de/de/presse/current_releases/PM_2019_1108_autonome-landwirtschaft.html (дата обращения: 17.02.2021).
3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. В 3-х т. Т. Статистические методы анализа данных: учебник / А.И. Орлов. М.: МГТУ им. Баумана, 2012. 623 с.
4. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие / А.П. Кулаичев. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 512 с.
5. 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.
6. ISO 18497:2018. Agricultural machinery and tractors - Safety of highly automated agricultural machines - Principles for design (Сельскохозяйственная техника и тракторы - Безопасность высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин - Принципы проектирования).

7. ISO 3691-4:2020. Industrial trucks - Safety requirements and verification - Part 4: Driverless industrial trucks and their systems (Промышленные грузовики - требования безопасности и проверка - Часть 4: Беспилотные промышленные грузовики и их системы).
8. ISO 17757:2019. Землеройные машины и горнодобывающая промышленность - Безопасность автономных и полуавтономных машинных систем.
9. Risto Tiisanen, Timo Malm and Ari Ronkainen. An overview of current safety requirements for autonomous machines - review of standards // *Open Engineering*. 2020. No. 10. С. 665-673.
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. 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.
13. Соколяк Г.В. Цифровые инновации в машиностроении / Г.В. Соколяк // *Профессиональный журнал*. 2019. № 5 (170). С. 26-33.
14. Абрашкин М.С. Научеёмкость 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. Мазилев Е.А. Тенденции рынка сельхозтехники в России / Е.А. Мазилев, О.С. Демидова // *ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС: теория и практика*. 2019. № 11-2 (57). С. 72-76.
17. Повышение инновационной активности промышленных предприятий: монография / под ред. М.Я. Веселовского. М.: Научный консультант, 2018. 350 с.

References

1. Gosudarstvennaya programma effektivnogo вовлечeniya v оборот zemel' sel'skokozyajstvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossijskoj Federacii [A project of state program for effective of agricultural land and the development of land improvement complex of the Russian Federation]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/33051-minselkhoz-razrabotal-gosprogrammuvovlecheniya-v-oborot-selkhozemel/> (accessed 17.02.2021).
2. URL: https://www.iese.fraunhofer.de/de/presse/current_releases/PM_2019_1108_autonome-landwirtschaft.html (accessed 17.02.2021).
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. ISO 18497:2018. Agricultural machinery and tractors - Safety of highly automated agricultural machines - Principles for design.
7. ISO 3691-4:2020. Industrial trucks - Safety requirements and verification - Part 4: Driverless industrial trucks and their systems.
8. ISO 17757:2019. Earth-moving machinery and mining - Autonomous and semi-autonomous machine system safety.
9. Risto Tiisanen, Timo Malm and Ari Ronkainen. An overview of current safety requirements for autonomous machines - review of standards // *Open Engineering*. 2020. No. 10. С. 665-673.
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. Cheranev, S.B. Karyakin, A.V. Kolomeichenko, I.V. Gribov // *Machinery and equipment for the village*. - 2019. - № 11 (269). - 14-17 p.
12. Soloviev R., Cheranev 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.

13. Abrashkin M.S. Naukoyemkost 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.
14. 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.
15. Sokolvyak G.V. Tsifrovyye innovatsii v mashinostroyenii [Digital innovations in mechanical engineering] / G.V. Sokolvyak // Professional Journal. 2019. № 5 (170). 26-33 p.
16. Mazilov E.A. Tendentsii rynka selkhoztekhniki v Rossii [Agricultural machinery market trends in Russia] / E.A. Mazilov, O.S. Demidova // Journal of Economy and Business. 2019. Vol. 11-2 (57). 72-76 p.
17. Povysheniye innovatsionnoy aktivnosti promyshlennykh predpriyatiy: monografiya / pod red. M.Y. Veselovskogo [Increasing innovation activity of industrial enterprises: monograph / ed. by M.Y. Veselovsky] // Moscow: Scientific Adviser, 2018. 350 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. 65-28, rudolf.solovyev@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. 64-22, svyatoslav.cheranev@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.kolomeychenko@nami.ru

Герасимов Михаил Евгеньевич, кандидат экономических наук, заведующий отделом технического регулирования и сертификации 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. 64-21, mihail.gerasimov@nami.ru

Зотов Павел Николаевич, специалист отдела технического регулирования и сертификации 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. 64-21, pavel.zotov@nami.ru

Коломейченко Алла Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий и математики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», 302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, д. 69, тел. +7 486 276-49-10, alla.kolomeychenko@mail.ru

Information about authors

Soloviev 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.

Cheranev 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. 64-22, E-mail: svyatoslav.cheranev@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. 64-23, E-mail: a.kolomeychenko@nami.ru.

Gerasimov Mikhail Evgenievich, Candidate of Economic 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. 64-21, E-mail: mihail.gerasimov@nami.ru.

Zotov Pavel Nikolaevich, 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. 64-21, E-mail: pavel.zotov@nami.ru.

Kolomeichenko Alla Sergeevna, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department «Information technologies and mathematics» Federal state budgetary educational establishment of higher education «Orel state agrary university named after N.V. Parakhin», 302019, Orel, General Rodin St. 69, +7 486 276-49-10, E-mail: alla.kolomeychenko@mail.ru.

УДК 621.86

Е.В. Соловьев, Н.Ф. Скурятин

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКРЫТОГО СПОСОБА ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Хранение сельскохозяйственной техники закрытым способом является более эффективным, чем открытым, но при этом и более дорогостоящим. При закрытом способе хранения применяются гаражи, ангары, навесы и т.д., при этом используется лишь площадь помещения, а не его объём. В данной статье мы решаем проблему использования объёма помещения для хранения техники и оборудования. Предлагается размещать технику и оборудование на трёх уровнях. Первый уровень – пол, на котором будет размещаться мобильная техника (тракторы и самоходные сельхозмашины). Второй уровень предназначен для размещения прицепных машин (сеялки, культиваторы и т.д.), он образован Г-образными платформами, управляемыми четырёхзвенными механизмами, шарнирно прикреплёнными к фасадной стене. Четырёхзвенные механизмы осуществляют подъём сельскохозяйственных машин, закреплённых на Г-образных платформах, при помощи привода подъёма. Самопроизвольное опускание Г-образных платформ исключено за счёт упоров, которые устанавливаются под платформами. На третьем уровне предлагается размещать контейнеры с запасными частями и оборудованием. Хранение осуществляется путём подвешивания контейнеров на кронштейны, вмонтированные в фасадные стены. Применяя предложенное подъёмное устройство, в виде модернизированного крюка, решается проблема разъединения и соединения крюка с кольцом на поднимаемом грузе. Подъёмное устройство снабжено механизмом вращения вокруг вертикальной оси и трубками с соплами. Сжатый воздух подаётся в трубки и соответственно к соплам. Крюк поворачивают в нужном направлении и отклоняют его в сторону кольца на грузе с помощью подачи сжатого воздуха к соплам. Применение модернизированного крюка подъёмного устройства позволяет соединять и разъединять его с кольцом на грузе на недоступном для оператора расстоянии. Экономическая эффективность применения предложенного трёхуровневого паркинга для сельскохозяйственных машин будет обеспечена за счёт рационального использования объёма помещения (ангара).

Ключевые слова: хранение, сельскохозяйственная техника, паркинг, уровни размещения, объём, четырёхзвенный механизм, крюк, подъёмное устройство.

IMPROVEMENT OF THE CLOSED METHOD OF STORING AGRICULTURAL MACHINERY

Abstract. Storage of agricultural machinery in a closed way is more efficient than open storage, but at the same time it is more expensive. With a closed storage method, garages, hangars, sheds, etc. are used, while only the area of the room is used, not its volume. In this article, we solve the problem of using the volume of the premises for storing machinery and equipment. It is proposed to place machinery and equipment on three levels. The first level is the floor on which mobile equipment (tractors and self-propelled agricultural vehicles) will be located. The second level is designed to accommodate trailed machines (seeders, cultivators, etc.), it is formed by L-shaped platforms controlled by four-link mechanisms, hingedly attached to the front wall. Four-link mechanisms lift agricultural machines fixed on L-shaped platforms using the lift drive. Spontaneous lowering of the L-shaped platforms is excluded due to the stops that are installed under the platforms. At the third level, it is proposed to place containers with spare parts and equipment. Storage is carried out by hanging containers on brackets built into the facade walls. Using the proposed lifting device, in the form of a modernized hook, the problem of disconnecting and connecting the hook with the ring on the load being lifted is solved. The lifting device is equipped with a rotation mechanism around a vertical axis and tubes with nozzles. Compressed air is supplied to the tubes and, accordingly, to the nozzles. The hook is turned in the desired direction and deflected towards the ring on the load by supplying compressed air to the nozzles. The use of the modernized hook of the lifting device allows it to be connected and disconnected from the ring on the load at a distance inaccessible to the operator. The economic efficiency of the proposed three-level parking for agricultural vehicles will be ensured through the rational use of the volume of the premises (hangar).

Keywords: storage, agricultural machinery, parking, placement levels, volume, four-link mechanism, hook, lifting device.

Введение. Большинство сельскохозяйственных машин (плуги, сеялки, комбайны) из-за узкой специализации и сезонности работ используют в течение года непродолжительное время, как правило, меньше 10...15 % от общего времени. Значительно больше работают тракторы (до 1350 часов). Однако и они в течение года имеют большие нерабочие периоды. Поэтому сельскохозяйственная техника длительное время находится на хранении.

В зависимости от продолжительности хранения машин, агрегатов и сборочных единиц различают два вида хранения [1]: кратковременное и длительное.

Используются три способа хранения машин [1] (закрытый, открытый и комбинированный), которые обуславливаются конструктивными особенностями машин, природно-климатическими условиями хозяйства, наличием соответствующих помещений или открытых площадок.

При неправильном хранении срок службы машин может сократиться на 40 %. Вредное и даже разрушающее действие оказывают длительные статические нагрузки. Например, крупногабаритные сборочные единицы и агрегаты машин (жатки, подборщики), не установленные в горизонтальное положение на подставки или стоящие на неровных площадках, подвергаются деформациям (изгибам, перекосам), которые усиливаются под действием, оказавшейся на них снежной массы. Именно поэтому часто наблюдается деформация рам и платформ жаток, пальцевых брусьев режущего аппарата и др. Статические нагрузки испытывают также различные пружинные и регулировочные механизмы и сборочные единицы машин. Если на период длительного хранения пружины не ослабить, то они потеряют свою упругость.

Правильное хранение машин имеет исключительно важное значение. Оно позволяет снизить разрушающее действие атмосферных осадков и агрессивных сред, увеличивает срок службы машин, снижает затраты на техническое обслуживание и ремонт, способствует повышению производительности и безотказной работы машин.

Кратковременное хранение организуют в период полевых работ для машин, которые временно (от десяти дней до двух месяцев) не используют. На длительное хранение машины устанавливают после окончания сезона, а также в периоды, когда перерыв в работе продолжается более двух месяцев.

К кратковременному хранению машины подготавливают непосредственно после окончания работы (использования), а к длительному – не позднее 10 дней с момента окончания работы.

Закрытый способ хранения является наиболее перспективным.

Основным недостатком закрытого способа хранения сельскохозяйственной техники являются высокие затраты.

Главной причиной этого является то, что используется лишь площадь помещения (гараж, ангар, навес) (рисунок 1). Для их снижения, прежде всего, нужно изыскать способ использования объема используемых помещений.



а) хранение в ангаре



б) хранение в гараже



в) хранение под навесом

Рис. 1 – Варианты закрытого способа хранения с/х техники

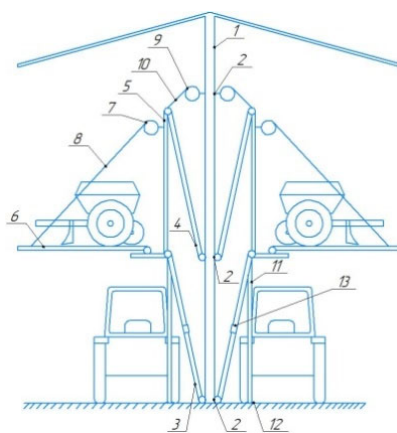
Анализ технической и патентной литературы показал, что закрытый способ хранения мобильной техники (автомобилей) достаточно хорошо разработан путем использования паркингов различных конструктивно-технологических схем [2-5], но сельскохозяйственная техника представлена, в основном, навесными и прицепными машинами, которые на хранение ставят с применением тракторов, расставляя их в ряды на площадках или под навесами. Вопрос размещения сельскохозяйственных машин на втором и третьем уровне не рассматривался.

В предлагаемом проекте решается задача размещать в помещении сельскохозяйственные машины на двух и более уровнях.

Основная часть. На кафедре технического сервиса в АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина разработана конструкторско-технологическая схема паркинга для сельскохозяйственной техники [6, 7], где техника размещается на двух уровнях. Второй уровень формируется из Г-образных платформ, управляемых четырехзвенными механизмами, шарнирно прикрепленными к фасадной стене.

Рассмотрим конструктивно-технологическую схему паркинга, последовательность выполнения операций при постановке техники на хранение, положительные стороны и пути совершенствования схемы.

Паркинг для сельхозтехники (рисунок 2) имеет центральную стену 1 с вмонтированными в нее с обеих сторон крепежными элементами 2, к нижним и верхним крепежным элементам шарнирно прикреплены нижние и верхние балки 3 и 4, причем их длины равны. К свободным концам нижних 3 и верхних 4 балок шарнирно прикреплены верхние части Г-образных платформ 5, к горизонтальным частям которых шарнирно прикреплены клапаны 6 с возможностью перевода их в вертикальное положение за счет приводов подъема клапанов 7, установленных в верхних частях Г-образных платформ 5 и оснащенных тросами 8, жестко прикрепленными к концам клапанов 6. К крепежным элементам 2, установленным с обеих сторон в верхней части центральной стены 1, жестко прикреплены приводы подъема 9 Г-образных платформ 5, оснащенных тросами 10, нижние концы которых жестко прикреплены к середине вертикальных частей Г-образных платформ 5. Расстояние между нижними и верхними крепежными элементами 2 выполнено больше высоты трактора, а длина балок 3 и 4 больше его колеи. К свободным концам балок 3 шарнирно прикреплены упоры 11, причем их длина меньше длины балок 3, а их нижние концы контактируют с гнездами 12, выполненными в полу паркинга, а в средней части балок 3 жестко закреплены фиксаторы упоров 13.



- 1 – центральная стена; 2 – крепежные элементы; 3, 4 – нижние и верхние балка; 5 – Г-образные платформы; 6 – клапаны; 7 – привод подъема клапанов; 8 – тросы привода подъема клапанов; 9 – приводы подъема Г-образных платформ; 10 – тросы привода подъема Г-образных платформ; 11 – упоры; 12 – гнезда; 13 – фиксаторы упоров

Рис. 2 - Паркинг для сельскохозяйственной техники

В момент постановки сельскохозяйственной техники на длительное хранение Г-образные платформы 5 под воздействием приводов 9 и тросов 10 опускают вниз, клапаны 6 под воздействием приводов 7 и тросов 8 из вертикального положения переводят в горизонтальное. Мобильные машины (тракторы) устанавливают в первом ярусе у центральной стены 1 по обе стороны, на клапаны 6 устанавливают прицепные и навесные машины (например, сеялки, культиваторы).

Посредством приводов 9 тросов 10, нижние концы которых жестко прикреплены к середине вертикальной части Г-образных платформ 5, осуществляют подъем сеялок во второй ярус. Опускание сеялок происходит в обратной последовательности.

На первый ярус вдоль центральной стены паркинга для сельскохозяйственной техники устанавливают мобильные энергетические средства (тракторы), затем опускают в нижнее положение Г-образные платформы (рисунок 3), куда помещают прицепные машины (сеялки и культиваторы). Затем посредством приводов подъема Г-образных платформ осуществляют подъем прицепных машин (сеялок) на второй уровень. В целях безопасности труда операторов упоры выводят из фиксаторов, жестко прикрепленных к балкам, и их нижние концы помещают в гнезда, выполненные в полу паркинга (рисунок 2). Если нет необходимости в размещении сельскохозяйственной техники в паркинге, паркинг для сельскохозяйственной техники используют как складское помещение, с этой целью Г-образные платформы поднимают вверх на второй уровень, также поднимают в вертикальное положение и клапаны (рисунок 4).

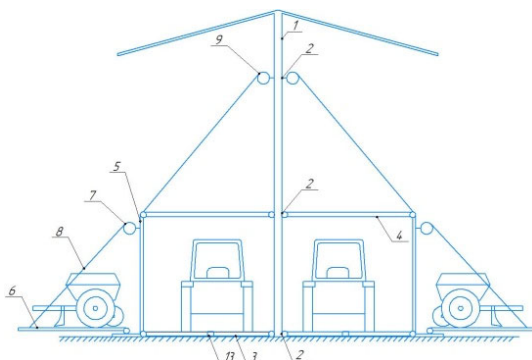


Рис. 3 – Подготовка к подъему сеялок на второй уровень

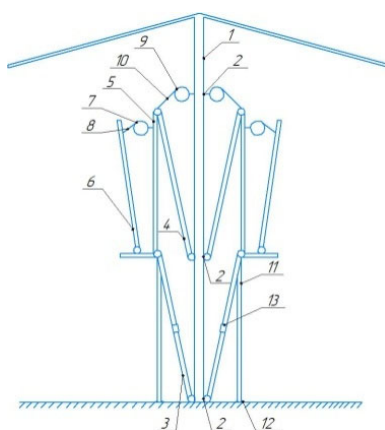


Рис. 4 – Паркинг вне работы

Третий уровень размещения малогабаритной техники и контейнеров с запасными частями и оборудованием создается путем подвешивания их на кронштейны, вмонтированные в фасадные стены с использованием S-образных крюков с упорами в средней их части, причем нижней частью S-образного крюка осуществляется захват груза (контейнера, малогабаритной сельхозмашины), а верхняя – служит для соединения с крюком грузоподъемного устройства. Свободные концы кронштейнов выполнены в виде «ласточкиного» хвоста, куда вводится S-образный крюк и осуществляется опускание груза до соприкосновения упора S-образного крюка со свободным концом кронштейна.

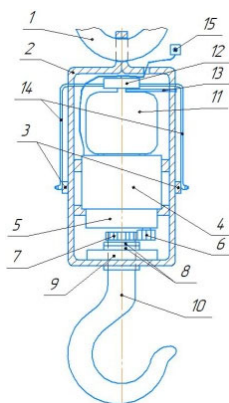
При этом возникла проблема соединения и разъединения крюка грузоподъемного устройства с кольцом на поднимаемом грузе, т.к. груз находится на видимом, но на недоступном для оператора (стропальщика) расстоянии. Возникла задача по созданию «управляемого» крюка, способного осуществлять поворот вокруг вертикальной оси и отклоняться от вертикального положения в нужную сторону.

Анализ технических решений по соединению крюка грузоподъемного устройства с кольцом на грузе без участия стропальщика нет [8, 9, 10], поэтому предложен крюк грузо-

подъемного устройства с возможностью поворота вокруг вертикальной оси и отклонения в нужную сторону.

Подъемное устройство [11] (рисунок 5) состоит из троса 1, который жёстко закреплён на кронштейне 2 в отверстии. В нижней части кронштейна 2 помещён верхний конец крюка 10, на который установлен упорный подшипник 9, а над упорным подшипником 9 установлены гайки 8, причём над гайками 8 на верхнем конце крюка 10 жёстко установлена ведомая шестерня 7. Ведомая шестерня 7 контактирует с ведущей шестерней 6, которая жёстко установлена на выходном конце вала редуктора 5, который жёстко прикреплён к электродвигателю 4. Над электродвигателем 4 установлен баллон с газом 11, соединённый с устройством подачи газа к соплам 12, жёстко прикреплённым к баллону с газом 11. Причём к устройству подачи газа к соплам 12 прикреплены трубки с соплами 14, нижние концы которых жёстко прикреплены по периметру обруча 3, установленного в нижней части кронштейна 2. Причём электродвигатель 4 и устройство подачи газа к соплам 12 соединены с пультом 15.

Подъемное устройство работает следующим образом – пультом 15 включают электродвигатель 4, в результате этого взаимодействуют ведущая 6 и ведомая 7 шестерни путём вращения, которые поворачивают носок крюка 10 в сторону кольца на поднимаемом грузе, находящемся на недостижимом расстоянии. Носок крюка направляют перпендикулярно плоскости, в которой располагают кольцо, за счёт того, что крюк 10 поворачивают в упорном подшипнике 9. В таком положении посредством пульта управления подъемным устройством осуществляют сближение носка крюка 10 и кольца на поднимаемом грузе. Затем пультом управления устройством подачи газа к соплам и электродвигателю 15 по трубкам с соплами 14 расположенным с противоположной стороны от носка крюка из баллона с газом 11 подают газ (рисунок 6). В результате действия реактивной силы, действующей на обруч 3, закреплённый на кронштейне 2, носок крюка вводят в кольцо и осуществляют подъём груза. При опускании груза вывод носка крюка 10 из кольца на поднимаемом грузе осуществляют путём подачи воздуха по трубкам с соплами 14, прикреплённым к обручу 3 со стороны носка крюка (рисунок 7).



1 – трос; 2 – кронштейн; 3 – обруч; 4 – электродвигатель; 5 – редуктор; 6 – ведущая шестерня; 7 – ведомая шестерня; 8 – гайки; 9 – упорный подшипник; 10 – крюк; 11 – баллон с жатым воздухом; 12 – устройство подачи сжатого воздуха к соплам; 13 – трубка для подачи сжатого воздуха в баллон; 14 – трубки с соплами;

15 – пульт управления устройством подачи сжатого воздуха к соплам и электродвигателем

Рис. 5 - Схема подъемно-транспортного устройства с пневмоприводом

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ, крюк грузоподъемного устройства, как правило, совершает колебательные движения. Обычно их гасит руками оператор и осуществляет зацеп груза. В рассматриваемом случае эту функцию выполняет управляемый крюк с пневмоэлектроприводом.

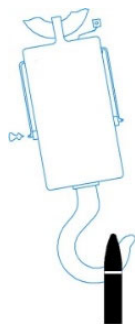


Рис. 6 - Схема соединения крюка с кольцом на грузе



Рис. 7 - Схема разъединения крюка с кольцом на грузе

Приведём пример расчёта основного параметра процесса соединения управляемого крюка с грузом, которым в нашем случае являются: время затухания колебаний крюка и сила, обеспечивающая отклонение его на заданный угол. Схема колебания крюка с пневмоэлектроприводом представлена рисунке 8.

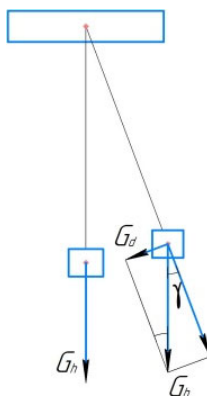


Рис. 8 - Схема колебания крюка с пневмоэлектроприводом

Определим значение силы, отклоняющей крюк [12, 13]:

$$\sin \gamma = \frac{G_r}{G_k}, \tag{1}$$

где G_r – сила, отклоняющая (тормозящая) крюк, Н;

G_k – вес крюка, Н;

γ – угол отклонения троса от вертикали.

Откуда:

$$G_r = G_k \cdot \sin \gamma = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \rho}{4}, \tag{2}$$

где d – диаметр сопла, м;

ρ – удельное давление в пневмосистеме крюка, Н/м².

Важно знать величину удельного давления в пневмосистеме крюка, достаточную для отклонения крюка определенной массы. При заданном диаметре сопла оно, может быть определено из формулы (2):

$$\rho = \frac{4G_k \cdot \sin \gamma}{\pi \cdot d^2}. \tag{3}$$

Приведем пример расчета величины удельного давления в пневмосистеме, примем: $d=0,01$ м и вес крюка 120 Н, угол отклонения троса от вертикали 10° , тогда давление в пневмосистеме крюка будет равно:

$$\rho = \frac{4 \cdot 120 \cdot \sin 10^\circ}{3,14 \cdot 0,01^2} = 265445 \text{ Н/м}^2 = 2,7 \text{ МПа.}$$

С применением уравнений динамики вращательного движения, при малых углах отклонения троса от вертикали определим в первом приближении время затухания колебаний крюка.

Принимаем допущение, что крюк на тросе – это физический маятник. Схема затухающих колебаний физического маятника показана на рисунке 9.

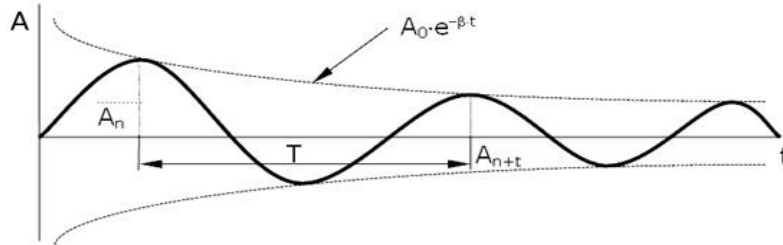


Рис. 9. - Схема затухающих колебаний физического маятника

Из-за трения в подвесе, о воздух механическая энергия маятника рассеивается в виде тепла, поэтому колебания затухающие. Так как маятник совершает вращательные движения относительно неподвижной оси, то они описываются основным уравнением динамики вращательного движения [12, 13]:

$$M = I \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = I \cdot \varepsilon, \tag{4}$$

где φ – угол отклонения маятника;

$\varepsilon = d^2 \varphi / dt^2$ – угловое ускорение, рад/с²;

I – момент инерции маятника относительно оси подвеса, кг·м²;

M – результирующий момент всех сил, действующих на тело, Н·м.

Он складывается из вращательного момента, создаваемого силой тяжести, $M_{BP} = -m \cdot g \cdot l \cdot \sin \varphi$, и тормозящего момента, создаваемого силами трения:

$$M_{\text{тор}} = -r \cdot \omega, \tag{5}$$

где r – коэффициент трения

$\omega = d\varphi / dt$ – угловая скорость, рад/с.

Знак "-" в формуле для вращательного момента отражает тот факт, что возвращающая сила всегда направлена к положению равновесия, т.е. в сторону уменьшения угла. Знак "-" в формуле для тормозящего момента связан с тем, что направление силы трения всегда противоположно направлению движения.

При малых углах отклонения, допустимо считать $\sin \varphi \cong \varphi$, тогда $M_{BP} = -m \cdot g \cdot l \cdot \varphi$ и уравнение (4) можно представить в виде:

$$I \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + r \cdot \frac{d\varphi}{dt} + m \cdot g \cdot l \cdot \varphi = 0. \tag{6}$$

Поделив все слагаемые на I и введя обозначения:

$$\frac{r}{I} = 2 \cdot \beta, \frac{m \cdot g \cdot l}{I} = \omega_0^2, \tag{7}$$

где β – коэффициент затухания;

ω_0 – собственная циклическая частота незатухающих колебаний маятника, приходим к дифференциальному уравнению свободных затухающих колебаний:

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} + 2 \cdot \beta \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2 \cdot \varphi = 0. \tag{8}$$

Решением этого уравнения является функция:

$$\varphi = A_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin(\omega \cdot t + \alpha_0) . \tag{9}$$

Множитель $A = A_0 \cdot e^{-\beta \cdot t}$ представляет собой амплитуду затухающих колебаний в момент времени t ; A_0 – амплитуда в начальный момент времени. Выражение под знаком \sin – фаза колебаний в любой момент t , α_0 – начальная фаза ($t = 0$), ω – циклическая частота затухающих колебаний, тогда

$$I = ml^2 , \tag{10}$$

где l – длина троса, м, $l = 10$ м;

m – масса подъёмно-транспортного устройства, кг.

Откуда

$$\beta = \frac{a}{2l} , \tag{11}$$

где a – динамическая вязкость воздуха, $a = 17,20$ (при температуре 0 °С).

$$\frac{A}{A_0} = \frac{1}{100} = \frac{1}{e^{\beta \cdot t}} \Rightarrow e^{\beta \cdot t} = 100, \beta \cdot t = \log_e 100, \log_e 100 = 4,61 \Rightarrow t = \frac{4,61}{17,20} \cdot 200m$$

Время затухающих колебаний:

$$t = 53,60465 \cdot m$$

Выполненные расчёты времени затухающих колебаний для крюков различной массы занесем в таблицу 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика крюков

Грузоподъемность, т	Масса изделия, кг	Время затухания колебаний крюка, мин
0,4	0,18	0,17
0,5	0,22	0,2
1,0	0,6	0,5
1,6	1,5	1,33
2,0	1,7	1,51
2,5	2,6	2,32
3,2	4,1	3,67
4,0	4,5	4,02
5,0	8,9	7,95
8,0	13,5	12,07

Из данных таблицы 1 видно, что в зависимости от поднимаемого груза (сельскохозяйственной машины), а, следовательно, применяемого грузоподъемного устройства, время затухания колебаний крюка может достигать 12 мин.

Применение крюков в грузоподъемных устройствах с пневмоэлектроприводом позволит свести к нулю время затухания их колебаний, что позволит существенно повысить производительность погрузочно-разгрузочных работ при видимом, но на недоступном расстоянии для стропальщика.

Выводы

1. Анализ технических решений по хранению автотранспортных средств показал, что разработаны и применяется широкий спектр паркингов различных конструктивно-технологических схем, способных размещать автомобили на нескольких уровнях, но паркингов для хранения прицепных и навесных сельскохозяйственных машин нет. В связи с этим предложена конструктивно-технологическая схема трехуровневого паркинга для хранения сельхозтехники, причем на третьем уровне размещаются относительно легкие и малогабаритные машины и контейнеры с запасными частями и оборудованием, посредством применения грузоподъемных устройств и специальных кронштейнов, жестко вмонтированных в фасадные стены.

Второй уровень образуют Г-образные платформы, на которых установлены машины, причем каждая платформа управляется четырехзвенным механизмом, также шарнирно прикрепленным к фасадной стене. На первом уровне размещается мобильная техника (тракторы и самоходные сельхозмашины).

2. Возникшая задача зацепления и расцепления крюка грузоподъемного устройства с кольцом на грузе при недоступном, но видимом стропальщику, расстоянию решается путем разработки крюка с пневмоэлектроприводом, применение которого позволяет формировать третий уровень хранения в паркинге. Достигается это путем обеспечения поворота крюка вокруг вертикальной оси посредством электродвигателя и редуктора, и применения пневмосистемы, создающей реактивную силу в нужном направлении и величины. При весе крюка 120 Н, диаметре сопла 0,01 м, удельное давление в пневмосистеме крюка должно быть не менее 2,7 МПа, причем применение пневмосистемы позволит изменить время затухания свободных колебаний крюка при зацепе груза, сократить с 10 мин до 0 мин.

3. Экономическая эффективность применения предложенного трехуровневого паркинга для сельскохозяйственных машин будет обеспечена за счет рационального использования объема помещения (ангара), так как на той же площади будет храниться в два-три раза больше машин, при отсутствии машин на длительном хранении ангар будет складом для хранения сельхозпродукции.

Библиография

1. Маслов Г.Г., Карабаницкий А.П., Кочкин Е.А. Техническая эксплуатация МТП: учебное пособие. - Кубанский государственный аграрный университет, 2008. – 142 с.
2. Пат. RU 2396403 С2, Е 04Н 6/14 (2006.01). Многоуровневый паркинг многоцелевого назначения и фасадная стена для его возведения / П.В. Плева – 10.08.2010. Бюл. №22.
3. Пат. RU 2551555 С2, Е04Н 6/18 (2006.01) Е04Н 6/22 (2006.01). Паркинг / Майнерс Рюдигер – 27.05.2015. Бюл. №15.
4. Пат. RU 2562994 С1, Е04Н 6/18 (2006.01). Горизонтальный автоматизированный паркинг / Н.В. Сенчишин, В.Н. Сенчишин. - 10.09.2015. Бюл. №25.
5. M. Sai Vikram, N. Ayesha. Different types of parking spaces and multiple level car parking. International Journal of Research. In Advanced Engineering Technologies. Volume 6, Issue 2, 2017, pp. 339-346.
6. Пат. RU 2652037 С2, Е04Н 6/18 (2006.01), Е04Н 6/22 (2006.01). Паркинг для сельскохозяйственной техники / Н. Ф. Скурятин, А. В. Бондарев, Е. В. Соловьев, А. М. Нифедов. - 24.04.2018. Бюл. №12.
7. Скурятин Н.Ф., Бондарев А.В., Соловьев Е.В. Паркинг для сельскохозяйственной техники // Сельский механизатор. 2018. № 2. С. 42-43.
8. Пат. RU 2426683 С1, В 66 С 1/34 (2006.01). Подъемный крюк / Пииспанен Ханну, Лехтинен Ари, Никкола Ярмо и др. - 20.08.2011. Бюл. № 23.
9. Пат. RU 2238237 С2, В 66 F 9/12 (2000.01). Подъемное устройство для перемещения стопки изделий, упаковки или груза / Петерс Йоханнес Алойсиус Мари, Слагман Фрерк Дирк, Ван Пинкстерен Адрианус. - 10.09.2003. Бюл. № 25.
10. Пат. RU 81179 U1, В 66 С 23/00 (2006.01), В 66 С 23/62 (2006.01). Грузоподъемное устройство / Н.Ф. Скурятин, Е.А. Савельев, А.В. Бондарев, С.А. Галуцких - 04.06.2019. Бюл. № 16.
11. Пат. RU 189803 U1, В 66 С 1/34 (2006.01). Устройство для подъема и поворота груза / М.З. Левин, М.В. Уланов, А. Г. Давидчук и др. - 10.03.2009. Бюл № 7.
12. Заводовский А.Г., Невзорова Э.Г, Верлан Н.И. и др. Механика: лабораторный практикум по курсу физики: учебное пособие.-Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. – 98 с.
13. Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей ВУЗов.- М.: Академия, 2010. -558 с.

References

1. Maslov G.G., Karabanitskiy A.P., Kochkin E.A. Tehnicheskaya ekspluatatsiya MTP: uchebnoe posobie. [Technical operation of MTP: textbook]. - Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2008. - 142 s.
2. Pat. RU 2396403 C2, E 04H 6/14 (2006.01). Mnogourovnevnyj parking mnogocelevogo naznacheniya i fasadnaya stena dlya ego vozvedeniya [Multi-level multipurpose parking and a facade wall for its construction] / P.V. Pleva – 10.08.2010. Byul. №. 22.
3. Pat. RU 2551555 C2, E04H 6/18 (2006.01) E04H 6/22 (2006.01). Parking [Parking] / Majners Ryudiger – 27.05.2015. Byul. №. 15.
4. Pat. RU 2562994 C1, E04H 6/18 (2006.01). Gorizontalnyj avtomatizirovannyj parking [Horizontal automated parking] / N.V. Senchishin, V.N. Senchishin. – 10.09.2015. Byul. №. 25.
5. M. Sai Vikram, N. Ayesha. Different types of parking spaces and multiple level car parking. International Journal of Research. In Advanced Engineering Technologies. Volume 6, Issue 2, 2017, pp. 339-346.
6. Pat. RU 2652037 C2, E04H 6/18 (2006.01), E04H 6/22 (2006.01). Parking dlya selskohozyajstvennoj tehniki [Parking for agricultural machinery] / N.F. Skuryatin, A.V. Bondarev, E.V. Solovev, A.M. Nifedov.. – 24.04.2018. Byul. №. 12.
7. Skuryatin N.F., Bondarev A.V., Solovev E.V. Parking dlya selskohozyajstvennoj tehniki [Parking for agricultural machinery] // Selskiy mehanizator. 2018. №. 2. S. 42-43.
8. Pat. RU 2426683 C1, B 66 C 1/34 (2006.01). Podemnyj kryuk [Lifting hook] / Piispanen Hannu, Lehtinen Ari, Nikkola Yarmo i dr. - 20.08.2011. Byul. №. 23.
9. Pat. RU 2238237 C2, B 66 F 9/12 (2000.01). Podemnoe ustrojstvo dlya peremesheniya stopki izdelij, upakovki ili gruzha [Lifting device for moving a stack of products, packaging or cargo] / Peters Johannes Alojsius Mari, Slagman Frerk Dirk, Van Pinksteren Adrianus. - 10.09.2003. Byul. №. 25.
10. Pat. RU 81179 U1, B 66 C 23/00 (2006.01), B 66 C 23/62 (2006.01). Gruzopodyomnoe ustrojstvo [Lifting device] / N.F. Skuryatin, E.A. Savelev, A.V. Bondarev, S.A. Galuckih - 04.06.2019. Byul. №. 16.
11. Pat. RU 189803 U1, B 66 C 1/34 (2006.01). Ustrojstvo dlya podema i povorota gruzha [Device for lifting and turning cargo] / M.Z. Levin, M.V. Ulanov, A. G. Davidchuk i dr. - 10.03.2009. Byul №. 7.
12. Zavodovskij A.G., Nevzorova E.G, Verlan N.I. i dr. Mehanika: laboratornyj praktikum po kursu fiziki: uchebnoe posobie [Mechanics: laboratory workshop on the course of physics: textbook].-Tyumen: TyumGNGU, 2006. – 98 s.
13. Trofimova T.I. Kurs fiziki: uchebnoe posobie dlya inzhenerno-tehnicheskikh specialnostej VUZov [Physics course: textbook for engineering and technical specialties of universities].-M.: Akademiya, 2010. -558 s.

Сведения об авторах

Соловьев Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+795113060276, e-mail: solovev_ev@bsaa.edu.ru

Скuryatin Николай Филиппович, доктор технических наук, профессор, ул. Садовая, д. 8, 308503, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, тел. 8 920 204 0573, e-mail: sku.nauka@gmail.com

Information about authors

Soloviev Evgeniy Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the department of technical service in the agricultural sector, 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. +79511306027, e-mail: solovev_ev@bsaa.edu.ru

Skuryatin Nikolay Filippovich, Doctor of technical Sciences, Professor, ul. Sadovaya, 8, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79202040573, e-mail: sku.nauka@gmail.com

УДК 631.363.21:621.926.2

О.А. Чехунов, В.В. Воронин, А.В. Ворохобин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛОТКОВОЙ ЗЕРНОДРОБИЛКИ ДЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Аннотация. Одной из главных составляющих эффективного животноводства выступает полноценное сбалансированное кормление, с обязательным включением в рационы комбикормов, основой которой выступает зернофураж. Производство собственных комбикормов внутри животноводческих предприятий, а также переработка зерна злаковых и зернобобовых культур в комбикорма для растениеводческих хозяйств малых форм собственности – актуальная задача, позволяющая повысить рентабельность производства. При приготовлении комбикорма наиболее энергоемкие операции – измельчение зернофуража и гранулирование. Качество измельчения является основой качества конечной продукции, определяемой гранулометрическим составом компонентов комбикорма. Существующие зернодробилки различаются по конструктивному исполнению основных рабочих органов и по организации процесса измельчения. Большинство зернофуражных дробилок имеют рабочие органы в виде молоткового ротора и деки, степень дробления в которых задается отверстиями в решетках. Для данных дробилок присущи несколько недостатков – высокая энергоемкость, образование значительного количества пылевидной фракции, необходимость в смене решет при изменении модуля помола, что приводит к приостановке технологического процесса, малый срок службы решет. Недостаток безрешетных дробилок – малая производительность при измельчении зернофуража до мелкого модуля помола. Для исключения указанных недостатков спроектирована безрешетная молотковая зернодробилка с многогранным корпусом и отражательными пластинами. Теоретически обосновано, что на процесс измельчения совместно влияют кинетическая энергия активного удара молотка по частице и кинетическая энергия частицы при ее пассивном соударении с отражательной пластиной. Установлено, что эффективное измельчение при оптимальном энергопотреблении находится при скоростях вращения ротора в пределах 50...70 м/с. Для осуществления возможности создания компьютерной программы, позволяющей определять оптимальную окружную скорость ротора зернодробилки можно воспользоваться приведенным в работе алгоритмом.

Ключевые слова: зернодробилка многогранной формы, молотковый ротор, зернофураж, измельчение, скорость вращения ротора, отражающая пластина.

PLANT FOR PREPARATION OF FERTILIZER SOLUTION

Abstract. One of the main components of effective animal husbandry is a full-fledged balanced feeding, with mandatory inclusion in the diets of mixed feeds, which is based on grain fodder. Production of own compound feeds within livestock enterprises, as well as processing of grain of cereals and legumes into compound feeds for small – scale crop farms is an urgent task that allows to increase the profitability of production. In the preparation of mixed feed, the most energy – intensive operations are grain milling and granulation. The quality of grinding is the basis of the quality of the final product, determined by the granulometric composition of the feed components. Existing grain grinders differ in the design of the main working bodies and in the organization of the grinding process. Most grain feed crushers have working bodies in the form of a hammer rotor and a deck, the degree of crushing in which is set by holes in the sieves. For these crushers, there are several disadvantages-high energy consumption, the formation of a significant amount of pulverized fraction, the need to change the sieves when changing the grinding module, which leads to the suspension of the technological process, and the short service life of the sieves. The disadvantage of grate-free crushers is low productivity when grinding grain feed to a fine grinding module. To eliminate these disadvantages, a grate-free hammer grain crusher with a polyhedral body and reflective plates is designed. It is theoretically proved that the grinding process is jointly affected by the kinetic energy of the active hammer impact on the particle and the kinetic energy of the particle in its passive collision with the reflective plate. It is established that the effective grinding with optimal energy consumption is at the rotor rotation speeds in the range of 50 ... 70 m/s. To implement the possibility of creating a computer program that allows you to determine the optimal circumferential speed of the grain crusher rotor, you can use the algorithm given in the work.

Keywords: polyhedral grain crusher, hammer rotor, grain storage, grinding, rotor speed, reflecting plate.

Введение. Известно, что залогом эффективного животноводства выступает генетический потенциал животных, реализуемый главным образом полноценным сбалансированным кормлением, с обязательным включением в рационы комбикормов, используемые технологии содержания и качество ветеринарного обслуживания. Основой большинства комбикормов выступают концентрированные корма, т.е. зернофураж.

Современное комбикормовое производство России сконцентрировано преимущественно в структурах мощных агрохолдингов и крупных животноводческих хозяйств, имеющих собственную кормовую базу. Другими словами, большинство производимых комбикормов направлено на внутреннее потребление, а поставляемая ими на рынок продукция имеет высокую стоимость, составляющая в зависимости от вида комбикорма и его компонентного состава от 20...40 руб. за килограмм.

Для многих растениеводческих хозяйств малых форм собственности и малой площадью пашни зачастую остро стоит проблема по выгодной реализации выращенной продукции и в первую очередь зерна злаковых и зернобобовых культур. Это объясняется отсутствием у большинства указанных производителей оборудования по первичной обработке зернофуража (очистительных комплексов и сушилок) и зерноскладов. Известно, что в период уборочной страды закупочные цены на зерно резко сокращаются, а производить пролонгированную реализацию не представляется возможным по вышеуказанным причинам.

Из сказанного напрашивается заключение об актуальности приготовления комбикормов вне крупных комбикормовых заводов на предприятиях, занимающихся растениеводством, что позволит им выйти на рынок уже с конечной продукцией – комбикормом, давая более высокую выручку в виду более высокой стоимости реализации выращенной продукции. Основным потребителем данных комбикормов станут предприятия мелкого бизнеса (крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели), а также личные подсобные хозяйства, занимающиеся животноводством.

При приготовлении комбикорма наиболее энергоемкие операции – измельчение зернофуража и уплотнение материала (гранулирование). При этом качество измельчения зернофуража закладывает основу качества конечной продукции, определяемой гранулометрическим составом компонентов комбикорма. Современный рынок зернодробилок обширен как по конструктивному исполнению основных рабочих органов, так и по организации самого процесса измельчения.

Большинство зернофуражных дробилок имеют рабочие органы в виде молоткового ротора и деки, степень дробления в которых задается отверстиями в решетках, установленных на выходе из дробильной камеры. Для дробилок решетчатого исполнения присуще два существенных недостатка – более высокая энергоемкость по сравнению с машинами безрешетного типа и образование значительного количества пылевидной (переизмельченной) фракции, значительно снижающей качество комбикорма, особенно предназначенного для жвачных животных, у которых строение пищеварительной системы не приспособлено к перевариванию частиц размером менее 1 мм (происходит забивание рубца, приводящее к заболеванию животных и снижению продуктивности) [1]. Таким образом снижение энергоемкости дробления зернофуража при производстве комбикормов и получение продукции однородной по гранулометрическому составу без потерь качества является актуальной задачей для аграрного сектора экономики.

Объект и предмет исследований. Объектом исследования выступает дробилка для зернофуража с молотковым ротором безрешетного исполнения. Предметом исследования выступает рабочий процесс безрешетной дробилки для зернофуража.

Цель работы – обоснование основных конструктивно-режимных параметров безрешетной дробилки для зернофуража.

Результаты исследований и их обсуждение. Производство собственных комбикормов внутри животноводческих предприятий, а также переработка зерна злаковых и зернобобовых культур в комбикорма для растениеводческих хозяйств малых форм собственности – актуальная задача, позволяющая значительно повысить рентабельность производства. Использование комбикормов, состав которых сбалансирован по питательным веществам, энергетическим свойствам и аминокислотам под конкретные половозрастные группы животных и птицы – основа эффективного кормления, закладывающая продуктивность животных и, следовательно, рентабельность всего производства.

Сравнивая скармливание чистого зернофуража и комбикормов, основой которого являются сбалансированные по количеству зерновые, установлена значительная разница в продуктивности последнего, достигающая до 10...25%. Выпускаемые комбикорма по кормовому назначению подразделяются на полнорационные, используемые в виде основного рациона, концентрированные, используемые как кормовая добавка, корректирующие, используемые для нивелирования основного рациона по некоторым кормовым веществам и премиксы, являющиеся добавками-обогащителями минеральными и аминокислотными компонентами или витаминами [2].

В обобщенном виде технологическая цепь приготовления комбикорма включает следующие операции – прием зернофуража и других компонентов – очистка от металлосодержащих и других загрязнений – измельчение зернофуража – дозирование компонентов по рецептуре – приготовление смеси – уплотнение. Отечественной промышленностью освоен выпуск ряда агрегатов для приготовления комбикорма, наибольшее распространение из которых получили агрегаты серии ОКЦ (сменной производительностью 15...30 т), серии ОЦК (производительностью за смену 2...10 т), кормоприготовительный агрегат КА-4 (с часовой производительностью до 4 т), малогабаритный комбикормовый агрегат УМК-Ф-2 (производительностью 1,87...3,56 т/ч), комбикормовая установка АКМ-1 (производительностью около 1 т/ч) и др. [3]. Выбор агрегата зависит от типа производимых комбикормов и объемами производства.

При приготовлении комбикорма наиболее энергоемкие операции – измельчение зернофуража и уплотнение материала (гранулирование). При этом качество измельчения зернофуража закладывает основу качества конечной продукции, определяемой гранулометрическим составом компонентов комбикорма. Современный рынок зернодробилок обширен как по конструктивному исполнению основных рабочих органов, так и по организации самого процесса измельчения [4]. На рисунке 1 представлена составленная нами классификация основных типов дробилок для зернофуража.

Конструктивно дробилки для зернофуража по расположению оси рабочего органа разделяются на горизонтальные и вертикальные; при этом рабочий орган может быть выполнен в виде молоткового ротора, жестких или эластичных пальцев, гладких или рифленых вальцов, плоского диска, вращающегося барабана и другого конструктивного исполнения.

Большинство зернофуражных дробилок имеют рабочие органы в виде молоткового ротора рабочий процесс в которых может быть организован как по «открытому» или по «закрытому» типу. Процесс измельчения в молотковых дробилках основан на свободном ударе шарнирно закрепленного на вращающемся роторе молотка по измельчаемому материалу, а также за счет удара самого материала, которому от ротора задается вращательное движение, о твердую преграду – деку. При этом в «открытых» зернодробилках конструктивно отсутствуют решета и материал из камеры измельчения отводится через выгрузной патрубок, не замыкая полной окружности. В «закрытых» зернодробилках перед выгрузным патрубком монтируется решето и материал, подлежащий измельчению находится внутри камеры измельчения до тех пор, пока его размер не станет меньше размеров отверстий в решете, замыкая при этом полную окружность, т.е. совершая несколько круговых движений. В данных дробилках дополнительно к основным способам измельчения добавляется и истирание материала внутри вращающегося слоя, что часто приводит к образованию значительного количества пылевидной (переизмельченной) фракции, значительно снижающей качество комбикорма, особенно предназначенного для жвачных животных, у которых строение пищеварительной системы не приспособлено к перевариванию частиц размером менее 1 мм (происходит забивание рубца, приводящее к заболеванию животных и снижению продуктивности).

Измельчение зернофуража в дробилках может происходить одностадийно (установлен один рабочий орган) и многоступенчато (последовательно смонтировано два и более рабочих органов).

Организация подачи зернофуража на измельчение и его отвод из дробильной камеры может быть организован самотеком или с применением дополнительных питателей механи-

ческого или пневматического типов. По характеру монтажа питающего патрубка относительно дробильной камеры дробилки зернофуража процесс подачи материала может быть радиальным, центральным, боковым или тангенциальным.



Рис.1 - Классификация дробилок зернофуража

Зоотехнические требования при измельчении зернофуража сводятся к обеспечению заданного модуля помола, который бывает мелким (0,8...1 мм), средним (1,4...1,8 мм) и крупным (1,8...2 мм) и отсутствию в измельченном продукте сторонних включений.

Изменение модуля помола (размера частиц измельченного продукта) в зернодробилках, работающих по «закрытому» циклу происходит ступенчато, путем перестановки решет с различными размерами отверстий. При этом технологический процесс измельчения останавливается на время монтажа решет. Диапазон регулирования модуля помола зависит от имеющегося комплекта сменных решет.

Помимо указанных недостатков в зернодробилках, работающих по «закрытому» циклу наблюдается частый выход решет из строя ввиду повышенного истирания. Кроме того, в ротор зернодробилки может попасть твердое включение (например, металлический крепежный элемент) что приводит к пробиванию решет и попадание через образовавшееся отверстие неизмельченного зерна в поток измельченного продукта, нарушая при этом установленные зоотехнические требования.

Следующий недостаток решетных зернодробилок – увеличенный удельный расход электроэнергии, объясняемый высокими непроизводственными затратами на циркуляцию материала внутри дробильной камеры в процессе измельчения. Кроме того, необходимость замены решет при смене модуля помола между различными компонентами комбикорма, приводит к необходимости привлечения затрат ручного труда, что повышает удельные эксплуатационные расходы, а соответственно снижает эффективность процесса.

В зернодробилках, работающих по «открытому» циклу (безрешетных зернодробилках) указанные недостатки сведены к минимуму. Процесс сепарации (обеспечения заданного модуля помола) у данного типа зернодробилок происходит вне дробильной камеры, что способствует уменьшению площади охвата дек. Основным недостатком безрешетных зернодробилок – малая производительность при измельчении зернофуража до мелкого модуля помола, что обусловлено возвратом предварительно измельченного продукта из отдельно смонтированного сепаратора обратно в дробильную камеру. Вместе с тем у безрешетных зернодробилок общие удельные эксплуатационные затраты и удельные энергозатраты в частности ниже чем у зернодробилок, работающих по «закрытому» циклу на 10...20%.

В процессе измельчения зернофуража молотковой дробилкой на него воздействует комплекс силовых нагрузок, приводящий к дроблению, основные из которых – удар молотка по измельчаемой частице и самой частицы о деку. В результате удара на зерно действует деформация сжатия, приводящая к образованию на оболочке зерна трещин, по направлению которых происходит откалывание отдельных частиц. Кроме того, происходит интенсивное трение отдельных частиц друг о друга, а также трение частиц о внутренние поверхности дробильной камеры, что способствует дополнительному измельчению материала.

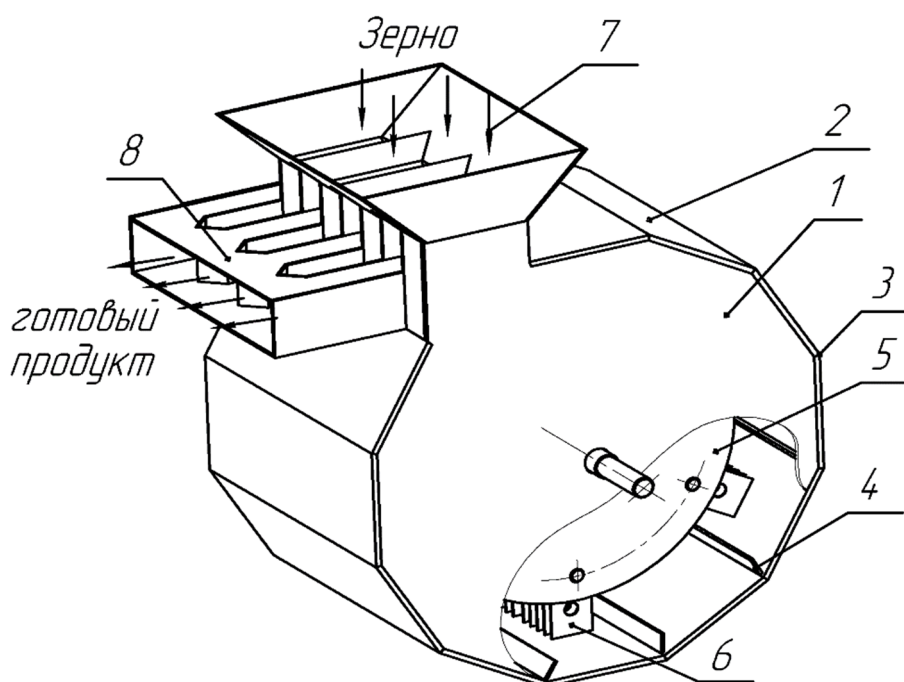
При совершенствовании конструкций зернодробилок молоткового типа следует учитывать все возникающие при этом процессе операции и усилия и увязывать их в общую технологическую цепочку внутри дробильной камеры.

Одним из путей снижения основных недостатков зернодробилок, работающих по «открытому» циклу мы видим в изменении организации процесса измельчения внутри дробильной камеры, увеличив ее рабочую зону камеры дробления до 360°.

Для осуществления данного процесса за основу принят патент на полезную модель зернодробилки безрешетного исполнения в которой корпус дробильной камеры имеет многогранную форму, а загрузочный и выгрузные патрубки объединены в одном узле, что создает практически полный охват рабочей зоны внутри дробильной камеры [5].

Безрешетная дробилка включает в себя сварной двенадцатигранный корпус 1 (рисунок 2), сваренный из равных между собой граней 2, изготовленных из металлического листа, образуя при этом вершины 3. Внутри дробильной камеры на стыке граней 2 выполнены пластины 4, служащие для отражения продукта. Соосно корпусу 1 во внутренней его части установлен молотковый ротор 5. Ротор 5 представляет собой вал, на котором закреплены диски, между которыми на равном удалении друг от друга смонтированы шесть осей с шар-

нирно расположенными на них пластинчатыми молотками 6, осевое перемещение которых компенсируют распорные втулки (на схеме не показаны).



1 – корпус; 2 – грань корпуса; 3 – вершины корпуса; 4 – пластины; 5 – молотковый ротор; 6 – пластинчатые молотки; 7 – загрузочная воронка; 8 – выгрузной патрубок

Рис. 2 - Схема зернодробилки многогранной формы

На стыке двух соседних верхних граней 2 смонтированы объединенные в один узел загрузочный 7 и выгрузной патрубки 8. Для исключения смешивания поступающего на измельчение зернофуража через патрубок 7 и измельченного продукта в патрубке 8 предусмотрены специальные перегородки, создающие щели, разделяющие движение указанных компонентов.

Рабочий процесс зернодробилки. Зернофураж через загрузочную воронку 7 по специальным каналам, образованным перегородками, попадает внутрь дробильной камеры, где подвергается удару шарнирно закрепленных молотков 6 на вращающемся роторе 5. При этом материал в камере измельчения вращающимся ротором 5 придается вращательное движение. Дробление зернофуража осуществляется за счет трех составляющих измельчения – активный удар пластинчатыми молотками 6, пассивный удар материала по отражательным пластинам 4 и граням 2, а также истирание между частицами материала друг о друга во вращающемся слое внутри дробильной камеры.

Двенадцатигранная форма корпуса 1 и наличие пластин 4 способствует созданию пульсирующего перемещения измельчающего продукта внутри корпуса, что интенсифицирует процесс измельчения, так как частица за один цикл (оборот ротора 5) получает двенадцать активных ударов молотками и двадцать четыре пассивных удара (двенадцать о пластины 4 и двенадцать о грани 2).

В данной конструкции дробилки фуражного зерна объединены преимущества зернодробилок, работающих по «закрытому» и «открытому» циклу – за один оборот ротора 5 происходит измельчение зернофуража и его вывод из дробильной камеры через выгрузной патрубок 8, в котором не предусмотрены решета.

Модуль помола в зернодробилке можно изменять путем регулирования количества пластин и частоты вращения молоткового ротора.

При измельчении зернофуража в молотковой зернодробилке преимущественное участие отводится механическим силам (силам удара, раздавливания и истирания), действующим в произвольной комбинации со множеством вероятностей их приложения. При возник-

новении деформаций продукта, разрушающих материал, происходит и выделение тепла, т.е. нагрев материала внутри дробильной камеры.

Рассмотрим схему взаимодействия потока частиц измельчаемого зернофуража в дробильной камере с установленными между гранями пластинами (рисунок 3).

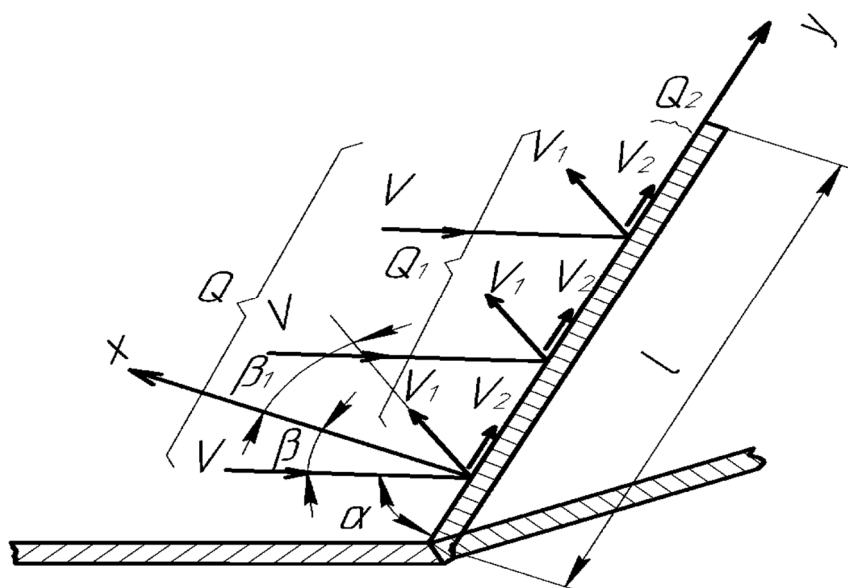


Рис. 3 - Схема взаимодействия потока частиц измельчаемого зернофуража в дробильной камере с установленной между гранями пластиной

При взаимодействии с пластиной, установленной под углом α в сторону направления потока материала, крупные частицы, имеющие округлую форму будут от нее отражаться из-за упругости, а мелкие частицы – скользить по ее поверхности и на сходе подвергаться воздействию удара молотков ротора.

Ввиду сложного характера взаимодействия частицы с пластиной и множества вероятностей взаимодействия введем ряд ограничений:

- поток частиц, движущийся внутри дробильной камеры – однородный;
- размеры отдельных элементов частиц внутри потока, движущегося в дробильной камере много меньше чем поперечное сечение самого потока;
- сопротивлением воздушного потока, возникающего при вращении ротора пренебрегаем;
- движение потока частиц, внутри дробильной камеры – установившееся.

Через каждое из поперечных значений потока в единицу проходит определенное количество измельчаемого материала (Q , кг), при этом часть его отразится от пластины (Q_1 , кг), а часть (Q_2 , кг) будет по ней скользить, перемещаясь к центру ротора. Очевидно, что при этом справедливо будет равенство:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (1)$$

Реакция, возникающая в результате удара частицы по пластине численно будет равна величине силы удара по ней молотка ротора, а направление – противоположное действию данной силы. Из этого следует, что нахождение значения указанной реакции позволит найти значение давления на пластину [6].

За бесконечно малый интервал времени dt , на пластину поступит измельчаемый материал в количестве $Q \cdot dt$, число отражений которого от пластины составит импульс силы, т.е. реакцию, возникающую в результате удара частицы по пластине. При этом изменение количества движений потока относительно оси x , направленной перпендикулярно пластине, можно выразить уравнением:

$$n \cdot dt = Q \cdot dt \cdot v \cdot \cos \beta + Q_1 \cdot dt \cdot v_1 \cdot \cos \beta_1, \quad (2)$$

где n – изменение количества движений потока измельчаемого материала, отраженного от пластины;

v – скорость движения потока частиц при ударе о пластину, м/с;

β – угол между вектором скорости v и осью x , град.;

v_1 – скорость отражения частиц от удара о пластину, м/с;

β_1 – угол между вектором скорости v_1 и осью x , град.

Преобразовав выражение (2) относительно n получаем:

$$n = Q \cdot v \cdot \cos \beta \cdot \left(1 + \frac{Q_1 \cdot v_1 \cdot \cos \beta_1}{Q \cdot v \cdot \cos \beta} \right), \quad (3)$$

Введем в данную формулу дополнительные безразмерные коэффициенты:

• коэффициент K_1 , показывающий отношение отразившихся от пластины частиц из общего потока:

$$K_1 = \frac{Q_1}{Q}, \quad (4)$$

• коэффициент K_2 – коэффициент восстановления скорости равный:

$$K_2 = \frac{v_1 \cdot \cos \beta_1}{v \cdot \cos \beta}, \quad (5)$$

После подстановки получаем:

$$n = Q \cdot v \cdot \cos \beta \cdot (1 + K_1 \cdot K_2), \quad (6)$$

Коэффициент K_1 зависит от количества частиц, поступающих к пластине в потоке, при этом очевидно, что чем масса, поступающая на пластину будет больше, тем число отразившихся частиц будет меньше. Другими словами, чем меньше плотность потока, тем выше число отразившихся от пластины элементов.

Составим уравнение изменения количества движения потока относительно оси Y , направленной вдоль рабочей части пластины:

$$\tau \cdot dt = Q \cdot dt \cdot v \cdot \sin \beta + Q_1 \cdot dt \cdot v_1 \cdot \sin \beta_1, \quad (7)$$

где τ – тангенциальная сила, Н.

При решении данного уравнения возможно два варианта, при которых угол падения частицы на пластину β меньше угла трения φ ($\theta \leq \beta \leq \varphi$) и наоборот, когда угол трения меньше угла падения ($\varphi \leq \beta \leq 90^\circ$).

При условии $\theta \leq \beta \leq \varphi$ скорость схода частицы с пластины v_2 и угол отражения частицы от пластины будут равны нулю, при этом тангенциальная сила будет равна:

$$\tau = Q \cdot v \cdot \sin \beta. \quad (8)$$

При условии $\varphi \leq \beta \leq 90^\circ$ скорость схода частицы с пластины составит:

$$v_2 = v_1 \cdot \sin \beta_1. \quad (9)$$

В таком случае имеем:

$$\tau \cdot dt = Q \cdot dt \cdot v \cdot \sin \beta - Q_2 \cdot dt \cdot v_1 \cdot \sin \beta_1 - Q_1 \cdot dt \cdot v_1 \cdot \sin \beta_1, \quad (10)$$

$$\tau \cdot dt = Q \cdot dt \cdot v \cdot \sin \beta - v_1 \cdot \sin \beta_1 \cdot dt \cdot (Q_1 + Q_2). \quad (11)$$

$$\tau = Q(v \cdot \sin \beta - v_2). \quad (12)$$

Общая реакция, возникающая в результате удара частицы по пластине, составляет:

$$R = \sqrt{n^2 + \tau^2} = \sqrt{Q \cdot v \cdot \cos \beta + Q \cdot (v_1 \cdot \sin \beta - v_2)} \geq R_{раз}. \quad (13)$$

В молотковых зернодробилках число ударов плоских молотков по измельчаемому материалу для его измельчения зависит в первую очередь от окружной скорости рабочих органов, причем чем скорость выше, тем потребное для измельчения число ударов меньше и наоборот. С другой стороны, увеличение количества воздействий на измельчаемое зерно, достигаемое увеличением скорости вращения ротора или количеством приходящихся по частице ударов, приводит к увеличению удельной энергоёмкости процесса.

Введем коэффициент k , с помощью которого можно с некоторым допущением судить о расходе энергзатрат от окружной скорости молоткового ротора (чем больше k , тем энергопотребление выше):

$$k = \mathcal{G}_p \cdot N_y, \tag{14}$$

где \mathcal{G}_p – скорость вращения ротора, м/с;
 N_y – число ударов молотков по зернофуражу, необходимое для его разрушения.
 Графическая интерпретация зависимости k от \mathcal{G}_p , представлена на рисунке 4 [7].

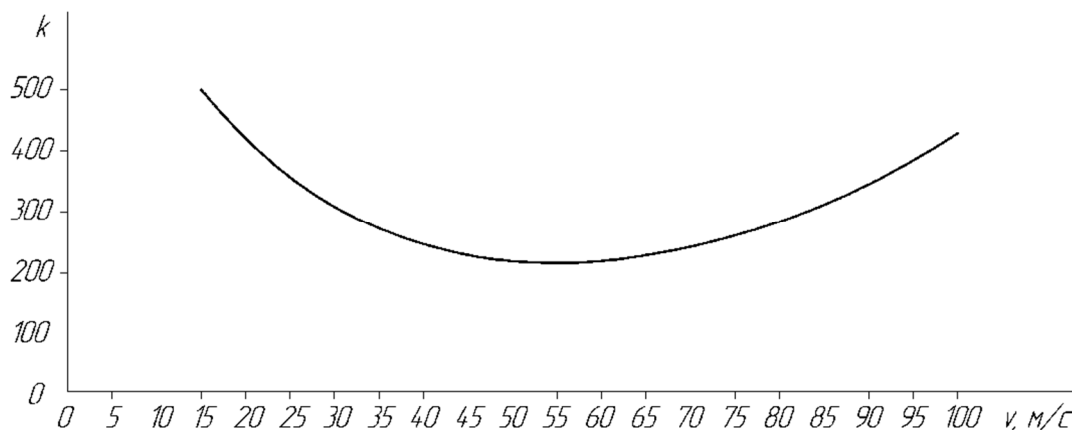


Рис. 4 - Зависимость коэффициента k от окружной скорости ротора

Анализ графика на рисунке 4 показывает, что минимальное значение коэффициента k , а, следовательно, и энергопотребления находится при скоростях вращения ротора в пределах 50...70 м/с.

Измельчение зерна молотковым ротором произойдет в том случае, если работа, совершаемая при ударе, (A_y) будет превышать работу, при которой материал разрушается (A_p):

$$A_y \geq A_p, \tag{15}$$

Работа, при которой происходит измельчение материала (его деформация с последующим разрушением), составляет [8]:

$$A_p = A_{уд.} \cdot M = \frac{0,5 \cdot \mathcal{G}_p^2 \cdot m}{1 + \frac{m}{M}}, \tag{16}$$

где $A_{уд.}$ – удельная работа, затрачиваемая на измельчение единицы массы зерна, Дж/кг;
 M – масса молотка, кг;
 m – масса измельчаемого материала, кг.

Преобразовав выражение (16) можно теоретически выразить окружную скорость ротора, при которой молоток передаст на частицу измельчаемого материала то количество энергии, которой будет достаточно для ее измельчения:

$$\mathcal{G}_p = \sqrt{\frac{2 \cdot A_p \cdot (1 + \frac{m}{M})}{m}}, \tag{17}$$

Для осуществления возможности создания компьютерной программы, позволяющей определять оптимальную окружную скорость ротора зернодробилки для различного зернофуража можно воспользоваться алгоритмом, приведенном на рисунке 5.

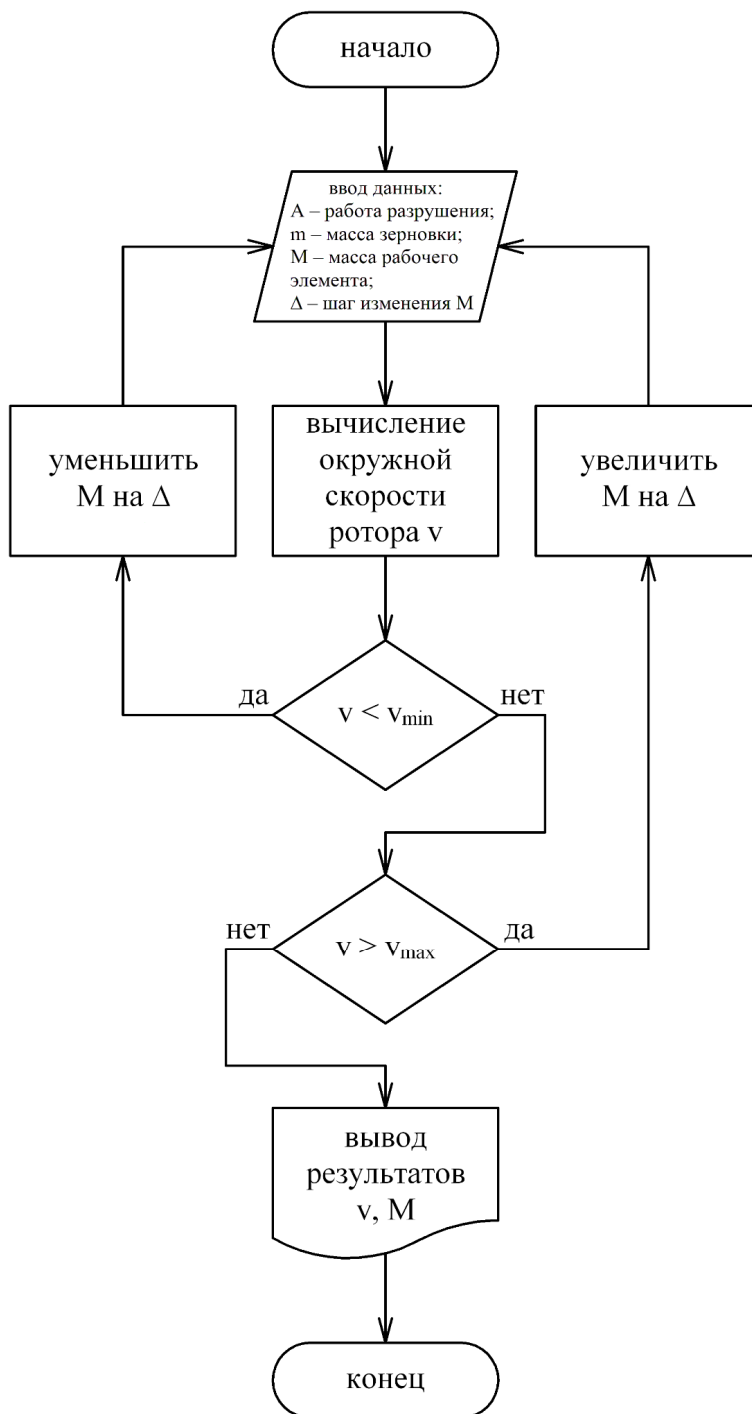


Рис. 5 - Алгоритм определения оптимальной скорости вращения молоткового ротора

В качестве вводимых параметров необходимо из справочников определить работу, затрачиваемую на измельчение зерновки (A_p), ее массу (m), задаться конструктивными особенностями дробилки – массой активного рабочего органа (молотка) (M) и шагом изменения данной массы (Δ). По формуле (17) производится расчет скорости ротора, и далее его сравнение с оптимальными значениями ($v_{min}=50 \text{ м/с} \dots v_{max}=70 \text{ м/с}$). При соответствии окружной скорости указанному диапазону расчет прекращается, при скорости менее 50 м/с масса ротора увеличивается на величину Δ , при скорости более 70 м/с, соответственно уменьшается на величину Δ и расчеты повторяются до момента достижения оптимальных значений. В качестве выводных параметров являются оптимальное значение скорости вращения ротора и масса активного рабочего органа.

Размеры дробильной камеры в молотковых зернодробилках зависят от необходимой производительности [10]:

$$q = \frac{W}{H \cdot D}, \quad (18)$$

где q – удельная нагрузка на единицу площади дробильной камеры в единицу времени, кг/(с·м²);

W – заданная производительность дробилки, кг/с;

H – ширина дробильной камеры, м;

D – диаметр дробильной камеры, м.

В зависимости от типа зернодробилок отношение диаметра к ширине дробильной камеры определяется коэффициентом:

$$K_p = \frac{D}{H}, \quad (19)$$

Тогда после подстановки формулы (19) в выражение (18) и соответствующих преобразований имеем:

$$D = \sqrt{\frac{W \times K_p}{q}}; \quad (20)$$

$$H = \frac{D}{K_p}. \quad (21)$$

Мощность, затрачиваемая на измельчение зернофуража в молотковых зернодробилках, составляет:

$$N_{op} = K_x \cdot A_p \cdot W, \quad (22)$$

где K_x – коэффициент потерь холостого хода.

Выводы. При приготовлении комбикорма одна из энергоемких операций – измельчение зернофуража, качество которой определяется гранулометрическим составом компонентов. Составленная классификация зернодробилок показывает, что существующие конструкции различаются по типу основных рабочих органов и по организации процесса измельчения. Для исключения недостатков присущих большинству молотковых зернодробилок спроектирована конструкция молотковой зернодробилки с корпусом двенадцатигранной формы внутри которого смонтированы отражательные пластины. Теоретическими исследованиями установлено, что на процесс измельчения совместно влияют кинетическая энергия активного удара молотка по частице и кинетическая энергия частицы при ее пассивном соударении с отражательной пластиной. Конструктивные размеры в молотковых зернодробилках зависят от заданной производительности. Установлено, что эффективное измельчение при оптимальном энергопотреблении находится при скоростях вращения ротора в пределах 50...70 м/с. Для осуществления возможности создания компьютерной программы, позволяющей определять оптимальную окружную скорость ротора зернодробилки и массу активных рабочих органов (молотков) для различного зернофуража можно воспользоваться приведенным в работе алгоритмом.

Библиография

1. Доброхотов Г.Н. Справочник зоотехника. М.: КолосС, 2014. – 768 с.
2. Кожаров Л.С. Основы комбикормового производства. М.: Пищепромиздат, 2004. – 180 с.
3. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Семернина М.А. Дробилка для зерна с комбинированной дробильной камерой // Инновации в АПК: проблемы и перспективы: Майский, 2021. - №1. - С. 27-39.
4. Коба В.Г., Брагинец Н.В., Мурусидзе Д.Н. и др. Механизация и технология производства продукции животноводства. М.: Колос, 2000. – 258 с.
5. Полезная модель №36772 РФ МПК 7B02C13/26 Устройство для измельчения сыпучих материалов / А.А. Сундеев В.В Воронин (RU) №2003108057; Заявлен 31.03.2003; Опубл. 27.03.2004, Бюл. №9.
6. Воронин В.В. Совершенствование рабочего процесса безрешетной молотковой дробилки: автореф. дис. канд. тех. наук. Воронеж: ВГАУ им. К.Д. Глинки, 2006 – 21 с.
7. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Семернина М.А. Дробилка для измельчения пророщенного зерна // Сельский механизатор, 2021. - №1. – С. 18-20.

8. Воронин В.В., Акименко А.В., Коношин И.В. и др. Теоретическое и экспериментальное обоснование эффективности применения иглообразных рабочих элементов в дробилках решетчатого и безрешетчатого типа // Иновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – №4 (24). – с. 44-51
9. Акименко А.В., Сундеев А.А., Воронин В.В. Совершенствование процесса измельчения фуражного зерна // Хранение и переработка зерна. – 2011. – № 2. – С. 45.
10. Ужик В.Ф., Китаева О.В., Макаренко А.Н. Теория и расчет машин для животноводства. Майский: Белгородский ГАУ, 2018. – 285 с.

References

1. Dobrohotov G.N. Spravochnik zootekhnika [Zootechnika Reference Book]. M.: KolosS, 2014. – 768 s.
2. Kozharov L.S. Osnovy kombikormovogo proizvodstva [Fundamentals of feed production]. M.: Pishchepromizdat, 2004. – 180 s.
3. Vendin S.V., Saenko YU.V., Semernina M.A. Drobilka dlya zerna s kombinirovannoj drobil'noj kameroj [Grain Crusher with Combined Crushing Chamber] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy: Majskij, 2021. - №1. - S. 27-39.
4. Koba V.G., Braginec N.V., Murusidze D.N. i dr. Mekhanizaciya i tekhnologiya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva [Mechanization and technology of livestock production]. M.: Kolos, 2000. – 258 s.
5. Poleznaya model' №36772 RF MPK 7V02S13/26 Ustrojstvo dlya izmel'cheniya sypuchih materialov [Device for crushing bulk materials] / A.A. Sundeev V.V Voronin (RU) №2003108057; Zayavlen 31.03.2003; Opubl. 27.03.2004, Byul. №9.
6. Voronin V.V. Sovershenstvovanie rabocheho processa bezreshetnoj molotkovej drobilki [Improving the working process of the grate-free hammer crusher]: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Voronezh: VGU im. K.D. Glinki, 2006 – 21 s.
7. Vendin S.V., Saenko YU.V., Semernina M.A. Drobilka dlya izmel'cheniya proroschennogo zerna [Sprouted Grain Crushing Machine] // Sel'skij mekhanizator, 2021. - №1. – S. 18-20.
8. Voronin V.V., Akimenko A.V., Konoshin I.V. i dr. Teoreticheskoe i eksperimental'noe obosnovanie effektivnosti primeneniya igloobraznyh rabochih elementov v drobilkah reshetnogo i bezreshetnogo tipa [Theoretical and experimental substantiation of the efficiency of the use of needle-shaped working elements in crushers of the lattice and non-lattice type] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – 2019. – №4 (24). – с. 44-51.
9. Akimenko A.V., Sundeev A.A., Voronin V.V. Sovershenstvovanie processa izmel'cheniya furazhnogo zerna [Improving the process of milling feed grain] // Hranenie i pererabotka zerna. – 2011. – № 2. – С. 45.
10. Uzhik V.F., Kitaeva O.V., Makarenko A.N. Teoriya i raschet mashin dlya zhivotnovodstva [Theory and calculation of machines for animal husbandry]. Majskij: Belgorodskij GAU, 2018. – 285 s.

Сведения об авторах

Чехунов Олег Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 38-19-48, e-mail: olegbelgorod@mail.ru.

Воронин Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации с.-х. и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел: +74732 53-86-51, e-mail: voronin-v75@mail.ru.

Ворохобин Андрей Викторович, врио проректора по развитию образовательных технологий, кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел: +74732 53-86-51, e-mail: dogruzka@gmail.com.

Information about authors

Chekhunov Oleg Andreevich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7(4722)38-19-48, e-mail: olegbelgorod@mail.ru.

Voronin Vladimir Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Equipment, Processes of Processing Industries, Mechanization of Agricultural Machinery and Life Safety, Voronezh State Agrarian University, Michurina str., 1, Voronezh, Russia, 394087, tel: +74732 53-86-51, e-mail: voronin-v75@mail.ru.

Vorokhobin Andrey Viktorovich, Acting Vice-Rector for the Development of Educational Technologies, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Machines, Tractors and Automobiles, Voronezh State Agrarian University, Michurina str., 1, Voronezh, Russia, 394087, tel: +74732 53-86-51, e-mail: dogruzka@gmail.com.

УДК 621.3

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

РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ОПОР ГРОЗОТРОСОВ И СРЕДСТВ ПОДАВЛЕНИЯ СКОЛЬЗЯЩИХ ИСКРОВЫХ КАНАЛОВ

Аннотация. В статье приведены результаты по расчету заземляющих устройств опор грозотросов и средств подавления скользящих искровых каналов в мультитросовой системе. Заземление опор определяет резистивную, наиболее весомую составляющую перенапряжения, которая действует на изоляционный промежуток между грозотросом и оборудованием подстанции. При неблагоприятной ситуации такой скользящий разряд может достигнуть контура заземления подстанции и стать причиной недопустимых импульсных воздействий на вторичные низковольтные цепи. Особенностью устройства заземлителей опор мультитросовой системы является обязательное наличие металлической связи между фундаментами опор грозотросов, которая осуществляется подземной шиной с каждой стороны грозотросов. Оценка доли тока молнии в заземлителе опоры может выполняться упрощенно, поскольку для оценки предельной длины сформированного канала длительность фронта импульса имеет пренебрежимо малое значение. Расчет выполнялся для импульса с косоугольным фронтом и плоской полкой, предполагалось, что удар молнии произошел в крайний грозотрос, режим токовой нагрузки которого наименее благоприятный. Расчеты проводились с применением метода контурных токов, при котором формируется система уравнений по числу неизвестных токов. Согласно проведенным расчетам получается, что наибольшая токовая нагрузка заземлителя опоры соответствует прямому удару молнии непосредственно в нее, когда амплитуда тока там отличается от амплитуды тока первого компонента в молниевом канале не больше, чем на 25%. Именно этот режим должен быть принят в качестве расчетного при оценках максимальной длины скользящего искрового канала. Компьютерное моделирование позволило определить предельные длины скользящих искровых каналов в грунтах различной проводимости при условии, что железобетонные фундаменты опор грозотросов, используются в качестве заземлителей грозотросов. Наиболее эффективным средством ограничения опасности скользящих искровых каналов следует считать их принудительную ориентировку в сторону, безопасную для контура заземления подстанции.

Ключевые слова: молниезащита, моделирование, кронный разряд, грозотрос, искровой канал.

CALCULATION OF GROUNDING DEVICES OF LIGHTNING RODS SUPPORTS AND MEANS OF SUPPRESSION OF SLIDING SPARK CHANNELS

Abstract. The article presents the results of the calculation of grounding devices for lightning cables and means of suppressing sliding spark channels in a multi-wire system. The grounding of the poles determines the resistive, most significant component of the overvoltage, which acts on the insulation gap between the lightning line and the substation equipment. In an unfavorable situation, such a sliding discharge can reach the ground loop of the substation and cause unacceptable pulse effects on the secondary low-voltage circuits. A special feature of the device for grounding the supports of the multi-wire system is the mandatory presence of a metal connection between the foundations of the supports of the lightning cables, which is carried out by an underground bus on each side of the lightning cables. The estimation of the fraction of the lightning current in the ground conductor of the support can be simplified, since the pulse front duration is negligible for estimating the maximum length of the formed channel. The calculation was performed for a pulse with an oblique front and a flat shelf, it was assumed that the lightning strike occurred in the extreme lightning path, the current load mode of which is the least favorable. The calculations were carried out using the contour current method, which forms a system of equations based on the number of unknown currents. According to the calculations carried out, it turns out that the greatest current load of the grounding support corresponds to a direct lightning strike directly into it, when the current amplitude there differs from the current amplitude of the first component in the lightning channel by no more than 25%. It is this mode that should be taken as the calculated one when estimating the maximum length of the sliding spark channel. Computer modeling allowed us to determine the maximum lengths of sliding spark channels in soils of different conductivity, provided that the reinforced concrete foundations of the lightning bolt supports are used as lightning bolt earthing devices. The most effective means of limiting the danger of sliding spark channels should be considered their forced orientation in the direction that is safe for the substation grounding circuit.

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

Введение. Заземление опор определяет резистивную, наиболее весомую составляющую перенапряжения, которая действует на изоляционный промежуток между грозотросом и оборудованием ПС при ударе молнии в грозотрос. Им также определяется длина скользящих токовых разрядов, которые формируются от фундамента опоры грозотроса. При неблагоприятной ситуации такой скользящий разряд может достигнуть контура заземления циф-

ровых ПС и стать причиной недопустимых импульсных воздействий на вторичные низковольтные цепи микроэлектроники. Выбор сопротивления заземления опор грозотросов должен осуществляться таким образом, чтобы исключить указанные опасные воздействия [1, 2].

Особенностью устройства заземлителей опор мультитросовой системы является обязательное наличие металлической связи между фундаментами опор грозотросов, которая осуществляется подземной шиной с каждой стороны грозотросов. В системе из 4-5 грозотросов, свойственных ПС 35–110 кВ, при шаге расстановки грозотросов 30 – 40 м длина этой шины составит 90–160 м. Столь протяженный подземный электрод может существенно менять свое сопротивление в микросекундном диапазоне времени. Именно по этой причине расчет вероятности и числа обратных перекрытий с грозотроса на оборудование ПС требует обязательного формирования банка данных о текущих значениях сопротивления заземления. Сопротивление заземления определяется сопротивлением заземления фундамента опоры только в нулевой момент времени, а далее, по мере проникновения тока молнии в горизонтальную подземную шину связи и постепенной загрузки током фундаментов соседних опор, его величина снижается [3, 4].

Цель исследования—Разработка рекомендаций по устройству заземляющих устройств опор грозотросов и средств подавления скользящих искровых каналов в мультитросовой системе.

Материалы и методы.

Согласно [5] в качестве заземлителя молниеотвода допускается использовать фундамент опоры молниеприемника длиной не менее 5 м и диаметром не менее 0,25 м, который в грунте с удельным сопротивлением обладает сопротивлением заземления не более:

$$R_z = 0,14\rho, \text{ Ом.} \quad (1)$$

Формирование скользящих искровых каналов от места ввода в грунт тока молнии определяется в первую очередь амплитудой и длительностью токового импульса, а также удельным сопротивлением грунта в месте дислокации ПС. Помимо этого весомое значение имеет сопротивление заземления тросовой опоры, с которой стекает в грунт ток молнии. По мере снижения этого сопротивления в формирующийся искровой канал попадает все меньшая доля тока молнии, вследствие чего снижается время развития и максимальная длина выросшего канала. Таким образом, понижая сопротивление заземления опоры, удастся ограничить длину искровых каналов до безопасного уровня, при котором они будут не в состоянии достичь контура заземления ПС и ввести в него весомую часть тока молнии.

Оценка доли тока молнии в заземлителе опоры пораженного молнией грозотроса в рассматриваемых условиях может выполняться упрощенно, поскольку для оценки предельной длины сформированного канала длительность фронта импульса имеет пренебрежимо малое значение. Это обстоятельство позволяет отказаться от решения волновых уравнений длинной линии и перейти к схеме замещения с сосредоточенными параметрами, в которой должны рассматриваться активные и индуктивные сопротивления участков электрической цепи, нагруженные током молнии, с обязательным учетом индуктивных связей между ними.

Обобщенная схема замещения представлена на рисунке 1 для мультитросовой системы из 7-ми грозотросов равной длины и высоты подвеса на опорах. При расчете параметров схемы провес грозотроса во внимание не принимался.

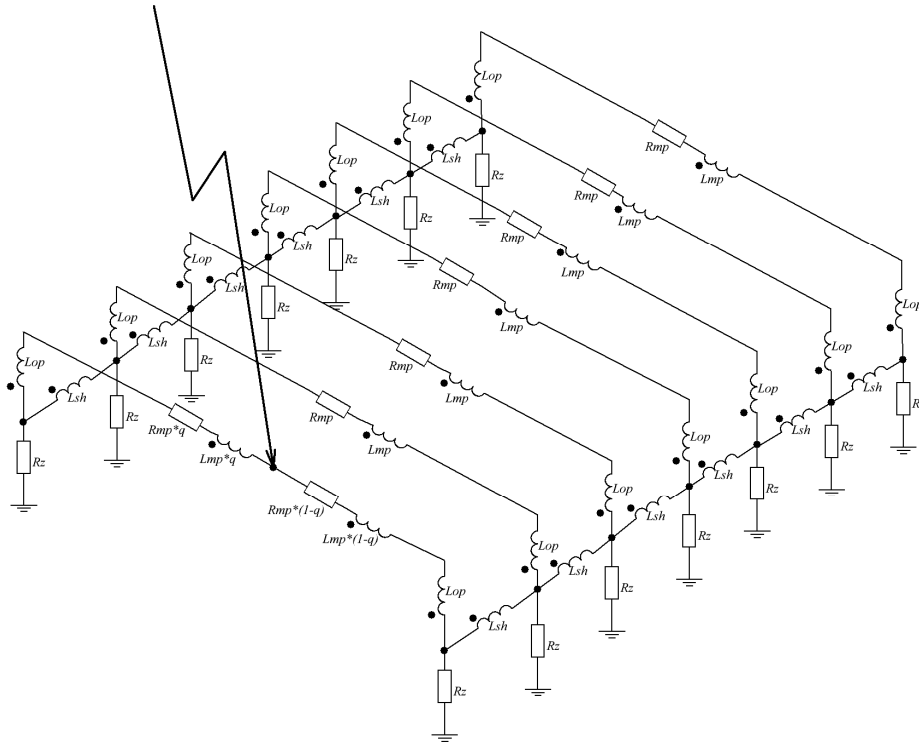


Рис. 1 - Обобщенная схема замещения мультитросовой молниезащиты

В схеме учитываются активные сопротивления тросов R_{mp} и их индуктивности L_{mp} , индуктивности опор грозотросов L_{op} , их сопротивления заземления R_z и индуктивности отрезков шин L_{sh} , связывающих основания опор, а также:

- взаимные индуктивности между всеми тросами L_{mp}^* ;
- взаимная индуктивность между частями троса, пораженного молнией L_{mpq}^* , $L_{mp(1-q)}^*$;
- взаимные индуктивности между соседними опорами M_{op}^* ;
- взаимные индуктивности между соседними отрезками шин, связывающих основания опор M_{sh}^* .

Для каждого расчетного варианта рассматриваются 3 различных расположения точки удара молнии:

- в одну из заземленных опор грозотросов;
- в середину грозотроса;
- в точку грозотроса на расстоянии 25% от ближайшей опоры.

При расчете канал молнии лучше представлять источником тока. При этом в каждом варианте моделируется воздействие тока первого компонента молнии с временными параметрами 10/350 мкс или последующего компонента с временными параметрами 0,25/100 мкс. Для описания формы импульса тока используется выражение, предписанное МЭК [5]:

$$i(t) = \frac{I_M \cdot \left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{10} \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)}{k \cdot \left(1 + \left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{10}\right)}, \quad (2)$$

где I_M – амплитуда тока молнии; τ_1 , τ_2 , k – параметры, зависящие от компоненты тока молнии. Для первого компонента 10/350 мкс: $\tau_1=19$ мкс, $\tau_2=485$ мкс, $k=0,93$. Для последующих компонентов 0,25/100 мкс: $\tau_1=0,454$ мкс, $\tau_2=143$ мкс, $k=0,993$.

При численных расчетах использованы следующие параметры системы:

- расстояние между тросами – 40 м;
- высота опор тросов – 30 м;
- радиус троса – 0,01 м;
- эффективный радиус арматуры опор – 0,1 м;
- радиус подземной шины – 0,01 м;

Расчеты проведены для следующих исходных параметров:

- длина тросов 150 и 250 м;
- число тросов в системе – 3 и 7;
- Сопротивление заземления опор – 10 и 20 Ом.

Рассмотрены удары молнии в крайний или средний тросы мультитросовой системы.

Результаты и обсуждения. Расчетные зависимости изменения во времени сопротивления опоры в мультитросовой системе составленной из 5-ти грозотросов, размещенных с шагом 40 м приведены на рисунке 2.

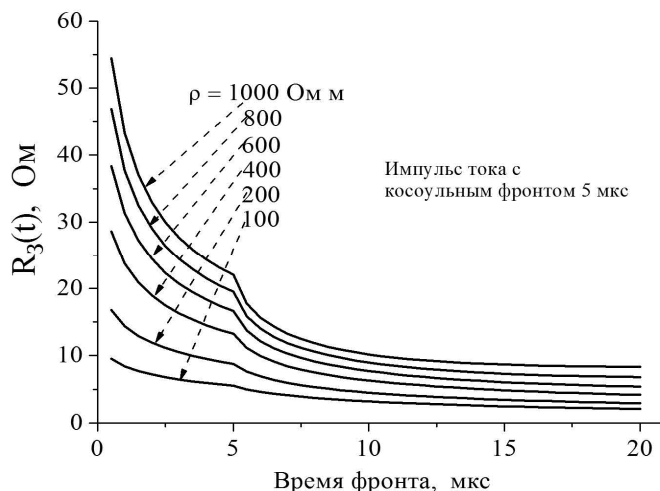


Рис. 2 - Расчетная динамика изменения сопротивления заземления опоры крайнего грозотроса системы из 5-ти тросов, размещенных с шагом 40 м

Расчет выполнялся для импульса с косоугольным фронтом и плоской полкой, который традиционно используется для оценки числа обратных перекрытий на ВЛ при ударе молнии в опору [6]. Длительность фронта принята равной 5 мкс, что соответствует средней длительности фронта тока первого компонента молнии [7]. При этом предполагалось, что удар молнии произошел в крайний грозотрос, режим токовой нагрузки которого наименее благоприятный. Перелом графиков на рисунке 2 отвечает моменту перехода от фронта импульса тока к его плоской полке, при которой меняется индуктивная составляющая падения напряжения в горизонтальной подземной шине, связывающей фундаменты тросовых опор. Из графиков видно, что снижение текущего значения сопротивления заземления пораженной опоры осуществляется тем быстрее чем выше удельное сопротивление грунта. Что же касается абсолютных значений, то в грунте удельным сопротивлением 100 Ом сопротивление заземления пораженной опоры снижается от стационарного значения 14 Ом до 2 Ом, а при удельном сопротивлении 1000 Ом м соответственно от 140 до 10 Ом. Столь существенное снижение сопротивления заземления обуславливает уменьшение резистивной составляющей грозового перенапряжения на пораженном молнией грозотросе и, как следствие, резкое сокращение числа обратных перекрытий [8, 9]. Расчетная вероятность этого события для системы из пяти грозотросов с шагом в 40 м представлена на рисунке 3. Расчет выполнялся для изоляционного расстояния между грозотросом и оборудованием ПС, равным 7 м при расчетной высоте железобетонных тросовых опор 30 м.

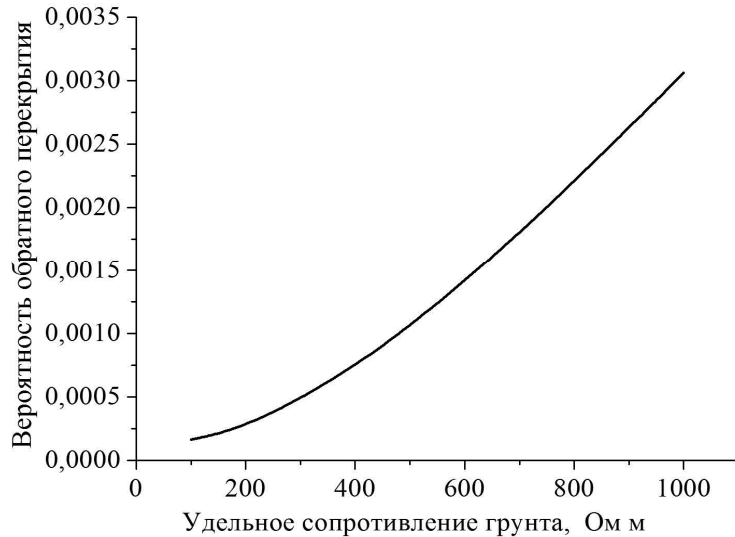


Рис. 3 - Вероятность обратного перекрытия

Расчетные данные свидетельствуют о том, что даже в случае размещения ПС на высокоомном грунте с удельным сопротивлением 1000 Ом м вероятность обратного перекрытия не превышает $P_{об}=0,0035$. Это значит, что при полном числе ударов молнии в грозотросы, защищающие территорию 160×100 м, равном $N_M=0,05$ за год эксплуатации (эквивалентно 1 удару за 20 лет), число обратных перекрытий составит:

$$N_{об} = N_M \cdot P_{об} = 0,05 \cdot 0,0035 = 1,74 \times 10^{-4} \text{ в год},$$

что эквивалентно в среднем 1 прорыву за 5700 лет эксплуатации.

Близкие по абсолютным значениям результаты получаются и для мультитросовой системы с 4 грозотросами, размещенными с шагом 30 м, что характерно для ПС малой площади (рисунок 4 и 5).

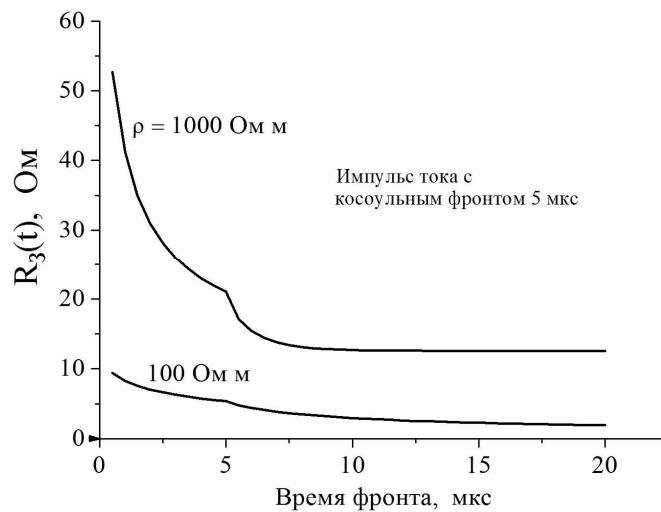


Рис. 4 - Расчетная динамика изменения сопротивления заземления опоры крайнего грозотроса системы из 4-х тросов, размещенных с шагом 30 м

Для расчета распределения токов в ветвях системы мультитросовой молниезащиты, изображенной на рисунке 1, предлагаются детализированные схемы замещения (рисунки 6-9). Они позволяют рассчитывать токи в ветвях, обусловленные как первой, так и последующими компонентами молнии. В схемах имеется возможность варьировать сопротивления заземления, длины тросов, а также положения точки удара молнии. Для оценки места удара молнии использован параметр q , равный отношению длины участка троса до ближайшей

опоры к его полной длине ($q=0$; $q=0,25$; $q=0,5$ соответственно при ударе молнии непосредственно в опору грозотроса, на расстоянии в четверть длины от нее и в середину грозотроса).

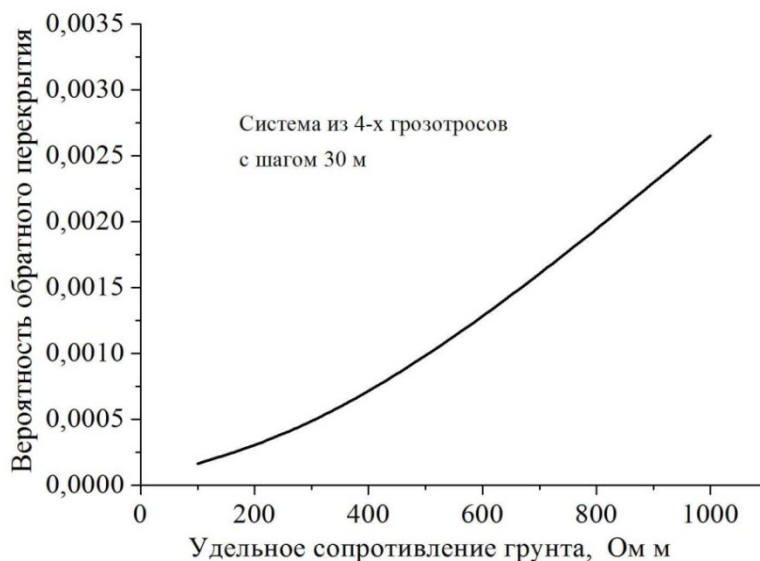


Рис. 5 - Вероятность обратного перекрытия опоры крайнего грозотроса системы из 4-х тросов, размещенных с шагом 30 м

В эквивалентных схемах замещения (рисунки 6 - 9) токи грозотросов нумеруются слева направо и обозначаются $I_{\text{тp}i}$ (где i – номер троса). Токи участков тросов равны токам примыкающих к ним опор. Токи заземлителей опор, сверху (опоры 1), обозначаются I_{3i1} (где i – номер троса, с которым они соединяются через соответствующую опору). Токи заземлителей опор, изображенных на рисунках снизу (опоры 2), обозначаются I_{3i2} (где i – номер троса, с которым они соединяются через соответствующую опору).

В эквивалентных схемах, введена следующая система обозначений:

- $I_{\text{к}n}$ – контурные токи, где n – номер контура;
для рисунка 6, 7 ($n=1..8$).
для рисунка 8, 9 ($n=1..20$).

Причем контурные токи $I_{\text{к}8}$ и $I_{\text{к}20}$ равны току молнии $I_{\text{молнии}}$ в эквивалентных схемах замещения системы из 3-х и 7-ми параллельных тросов соответственно;

- $I_{\text{тp}i}, I_{\text{тp}i'}$ – токи частей троса i , пораженного молнией;
 $i=1, 2, 1, 4$ для рисунков 6 - 9 соответственно;
- $I_{\text{тp}j}$ – токи троса j ($j \neq i$)
для рисунка 6 ($j=2; 3$).
для рисунка 7 ($j=1; 3$).
для рисунка 8 ($j=2; 3...7$).

для рисунка 9 ($j=1; 2; 3; 5; 6; 7$).

- $I_{\text{ш}11-21}, I_{\text{ш}21-31} \dots I_{\text{ш}61-71}$ – токи шин верхней части схемы;
- $I_{\text{ш}12-22}, I_{\text{ш}22-32} \dots I_{\text{ш}62-72}$ – токи шин нижней части схемы;
- $I_{311}, I_{321} \dots I_{371}$ – токи заземлителей верхней части схемы;
- $I_{312}, I_{322} \dots I_{372}$ – токи заземлителей нижней части схемы;
- R_3 – сопротивление заземлителя опоры (10 или 20 Ом в зависимости от варианта);
- $l_{\text{тp}}$ – длина троса в метрах;
- $R_{\text{тp}}$ – активное сопротивление троса (формула (3));
- $L_{\text{тp}}, L_{\text{оп}}, L_{\text{ш}}$ – собственные индуктивности троса, опоры и троса (формула (4));

Трос, пораженный молнией, представлен в виде двух частей (рисунок 8):

- $R_{\text{тp}} \cdot q, L_{\text{тp}} \cdot q$ – параметры первой части троса, пораженного молнией, длиной $q \cdot l_{\text{тp}}$;
- $R_{\text{тp}} \cdot (1-q), L_{\text{тp}} \cdot (1-q)$ – параметры второй части троса, пораженного молнией, длиной $(1-q) \cdot l_{\text{тp}}$;

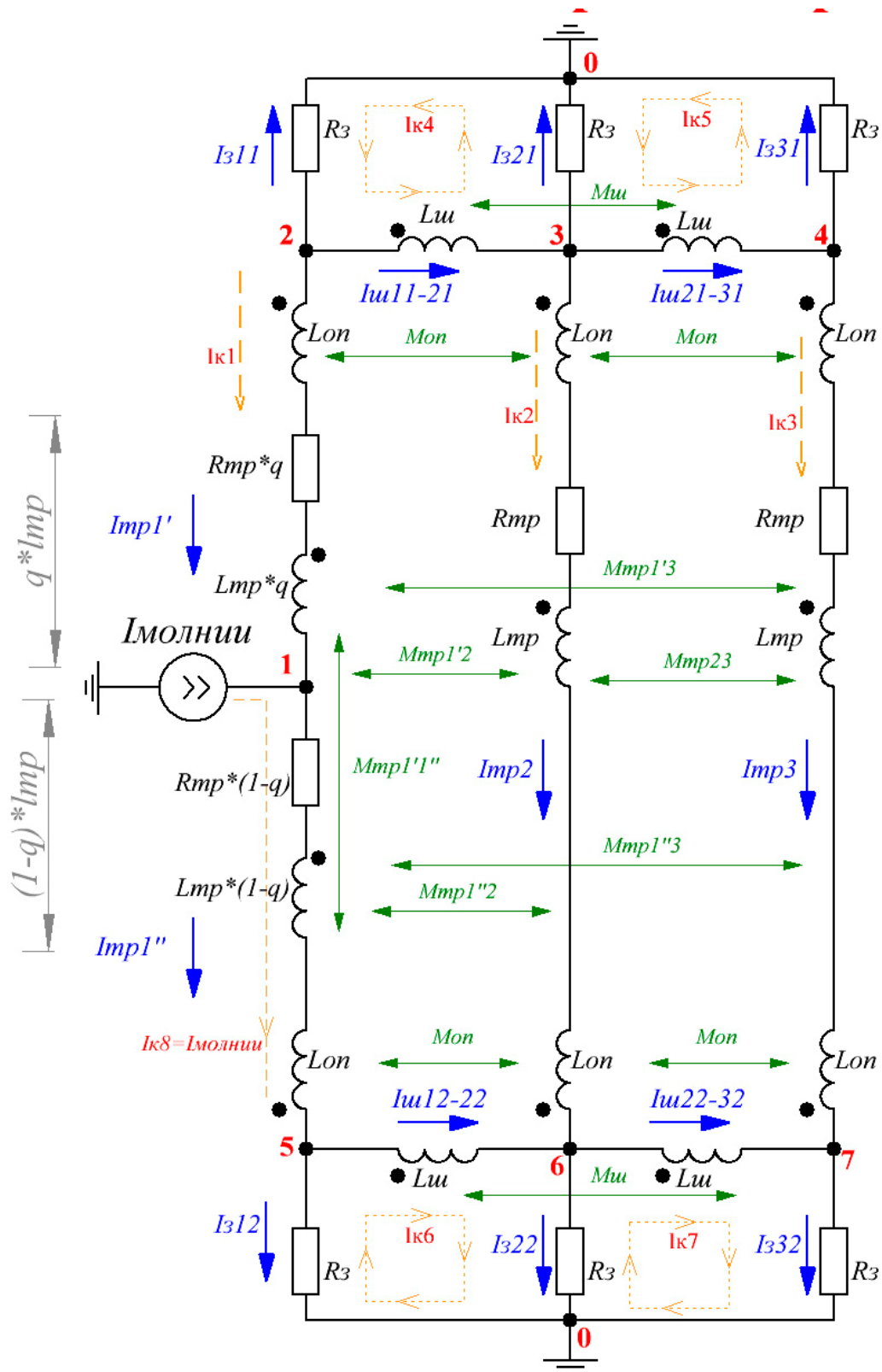


Рис. 6 - Эквивалентная схема замещения системы из 3-х параллельных тросов (удар молнии в крайний трос)

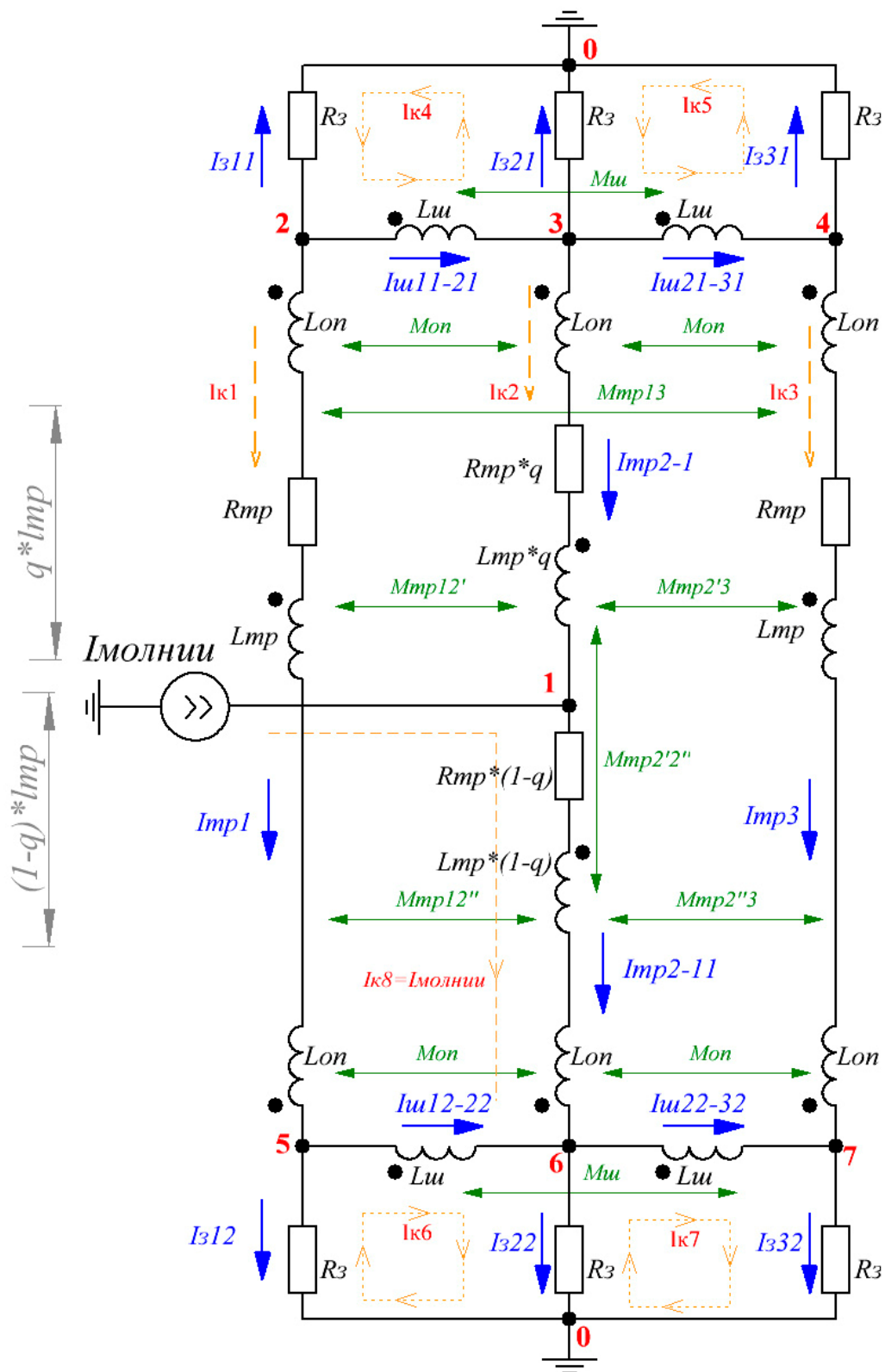


Рис. 7 - Эквивалентная схема замещения системы из 3-х параллельных тросов (удар молнии в средний трос)

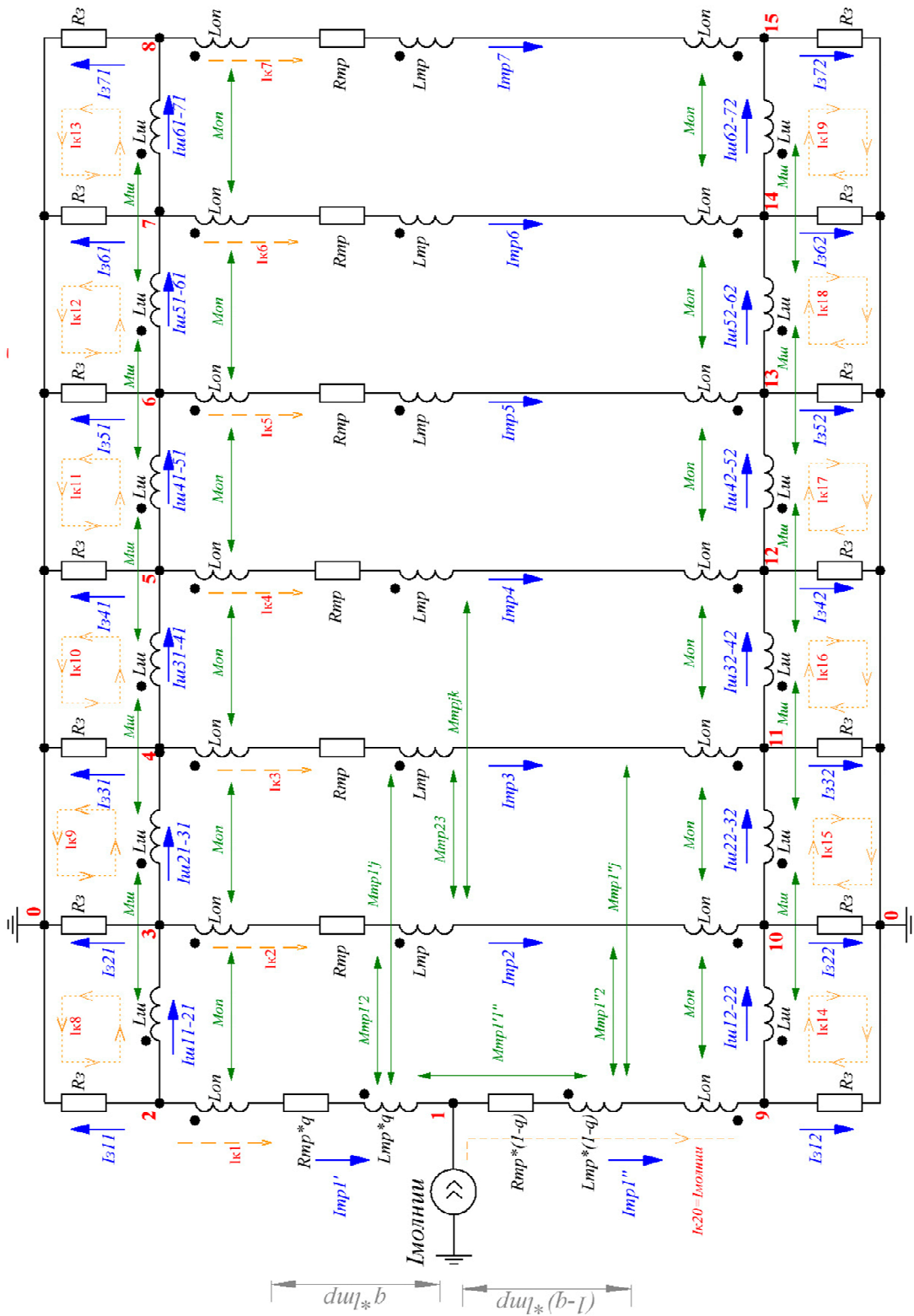


Рис. 8 - Эквивалентная схема замещения системы из 7-ми параллельных тросов (удар молнии в крайний трос)

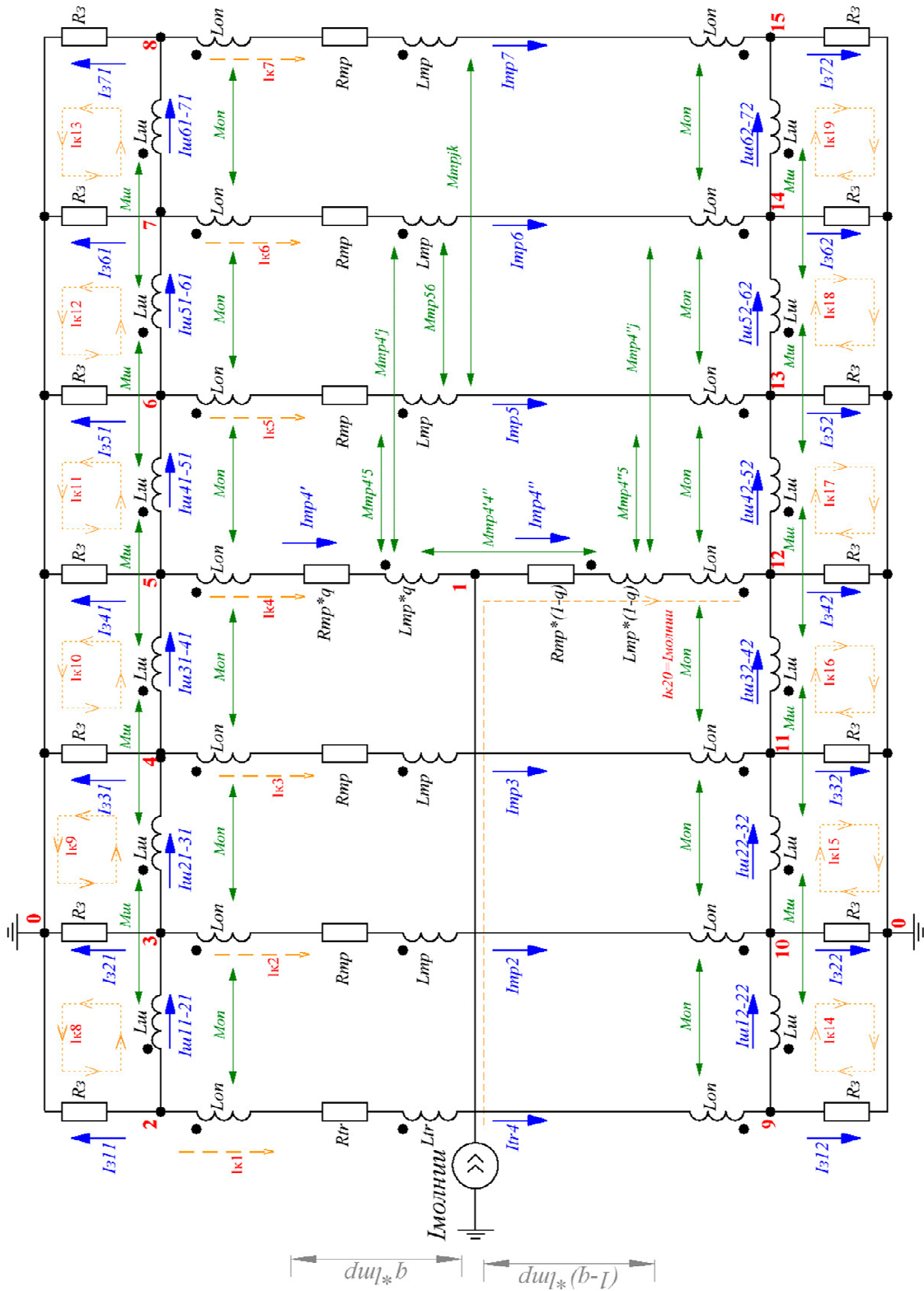


Рис. 9 - Эквивалентная схема замещения системы из 7-ми параллельных тросов (удар молнии в средний трос)

- $M_{Tr_i r'}$ – Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией (формула (7));
- $M_{Tr_i j}$ – взаимная индуктивность части 1 троса i , пораженного молнией, и троса j (формула (6));
- $M_{Tr_i' j}$ – взаимная индуктивность части 2 троса i , пораженного молнией, и троса j (формула (6));
- $M_{Tr_j k}$ – взаимная индуктивность j -го и k -го тросов, причем ($j \neq k, j \neq i, k \neq i$) (вычисляется по формуле (5));
- $M_{он11-21}, M_{он21-31} \dots M_{он61-71}, M_{он12-22}, M_{он22-32} \dots M_{он62-72}$ – взаимные индуктивности соответствующих соседних опор имеют одинаковое значение. В расчете обозначаются $M_{он}$ (формула (5));

• $M_{ш1}, M_{ш2} \dots M_{ш10}$ – взаимные индуктивности шин; они имеют одинаковое значение и в дальнейшем при расчете обозначаются $M_{ш}$ (формула (7)).

Согласно схеме замещения по рисунку 6 при ударе молнии в грозотрос токи в частях троса $I_{mpi'}$ и $I_{mpi''}$ (где i – номер троса, пораженного молнией) в общем случае не равны друг другу и подчиняются первому закону Кирхгофа для точки удара молнии: $I_{молнии} + I_{mpi'} = I_{mpi''}$. Точку удара молнии задает параметр q (рисунок 10).

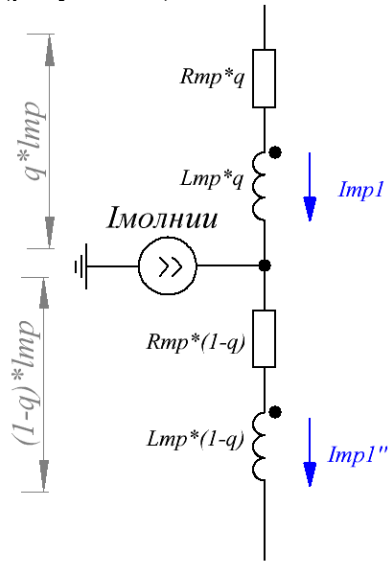


Рис. 10 - Эквивалентная схема троса, пораженного молнией

При этом длины, активные сопротивления и собственные индуктивности частей троса, пораженного молнией, определяются как:

- $l_{тр} \cdot q, R_{тр} \cdot q$ и $L_{тр} \cdot q$ – для части 1 троса, пораженного молнией;
- $l_{тр} \cdot (1-q), R_{тр} \cdot (1-q)$ и $L_{тр} \cdot (1-q)$ – для части 2 троса, пораженного молнией.

Значения параметров схем замещения производятся по следующим расчетным формулам [10]:

Активное сопротивление троса рассчитывается согласно выражению:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}, \quad (3)$$

где ρ – удельное сопротивление стали, из которой изготовлен трос, l – длина троса в метрах, S – площадь сечения троса.

Собственные индуктивности тросов, шин и опор вычисляются по формуле:

$$L_{соб} = \frac{\mu_0 \cdot l}{2\pi} \cdot \left(\ln \left(\frac{2 \cdot l}{r} \right) - 1 \right), \quad (4)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная, l – длина троса (шины, опоры), r – радиус троса (шины, опоры).

Формула для расчета значений взаимных индуктивностей тросов (опор) имеет вид:

$$M_{mp-u} = \frac{\mu_0 \cdot l}{2\pi} \cdot \left(\ln \left(\frac{l + \sqrt{l^2 + h^2}}{h} \right) - \frac{\sqrt{l^2 + h^2}}{l} + \frac{h}{l} \right), \quad (5)$$

где l – длина троса (шины, опоры), h – расстояние между тросами (опорами).

Взаимная индуктивность между частью троса, пораженного молнией, и неповрежденным тросом рассчитывается согласно выражению:

$$M = \frac{M_a + M_b - M_{a-b}}{2}, \quad (6)$$

где M_a, M_b, M_{a-b} вычисляются по формуле (5) при $l=a; l=b$ и $l=a-b$ соответственно.

Формула для взаимных индуктивностей шин (двух частей троса, пораженного молнией) имеет вид:

$$M_{ш-мп} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot ((a + b) \cdot \ln(a + b) - a \cdot \ln(a) - b \cdot \ln(b)), \quad (7)$$

где a и b – длины шин (участков троса, пораженного молнией) в метрах.

В таблице 1 приведены значения параметров, общие для всех эквивалентных схем замещения, изображенных на рисунках 6 - 9.

Таблица 1 - Параметры, общие для всех схем замещения

№ п/п	Параметр	Длина троса $l_{мп}=150$ м	Длина троса $l_{мп}=250$ м
1	Активное сопротивление провода - $R_{мп}$, Ом	0,0816	0,1361
2	Собственная индуктивность троса - $L_{мп}$, Гн	$2,79 \cdot 10^{-4}$	$4,91 \cdot 10^{-4}$
3	Собственная индуктивность опоры - $L_{оп}$, Гн	$3,24 \cdot 10^{-5}$	
4	Собственная индуктивность шины - $L_{ш}$, Гн	$6,39 \cdot 10^{-5}$	
5	Взаимная индуктивность двух соседних непораженных тросов - $M_{мп23}$, Гн	$3,79 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$
6	Взаимная индуктивность двух соседних опор - $M_{оп}$, Гн	$2,16 \cdot 10^{-6}$	
7	Взаимная индуктивность двух соседних шин - $M_{ш}$, Гн	$5,55 \cdot 10^{-6}$	

В таблицах 2 и 3 приведены численные значения параметров эквивалентной схемы замещения системы из 3-х параллельных тросов при попадании молнии в крайний трос, изображенной на рисунке 6.

Таблица 2 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 3-х параллельных тросов при попадании молнии в крайний трос; длина троса $l_{мп}=150$ м

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность двух соседних непораженных тросов - $M_{мп23}$, Гн	$3,79 \cdot 10^{-5}$		
2	Взаимная индуктивность пораженного (1) и непораженного (2) молнией тросов $M_{мп1'2}$, Гн $M_{мп1''2}$, Гн	$3,05 \cdot 10^{-10}$ $3,79 \cdot 10^{-5}$	$8,78 \cdot 10^{-6}$ $2,91 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$ $1,9 \cdot 10^{-5}$
3	Взаимная индуктивность пораженного (1) и непораженного (3) молнией тросов $M_{мп1'3}$, Гн $M_{мп1''3}$, Гн	$2,08 \cdot 10^{-10}$ $2,36 \cdot 10^{-5}$	$5,62 \cdot 10^{-6}$ $1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$ $1,18 \cdot 10^{-5}$
4	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{мп1'1''}$, Гн	$1,18 \cdot 10^{-9}$	$8,44 \cdot 10^{-6}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$

Таблица 3 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 3-х параллельных тросов при попадании молнии в крайний трос; длина троса $l_{мп}=250$ м

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность двух соседних непораженных проводов - $M_{мп23}$, Гн	$8,4 \cdot 10^{-5}$		
2	Взаимная индуктивность пораженного (1) и непораженного (2) молнией тросов $M_{мп1'2}$, Гн $M_{мп1''2}$, Гн	$6,33 \cdot 10^{-10}$ $8,4 \cdot 10^{-5}$		

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
2	Взаимная индуктивность пораженного (1) и непораженного (2) молнией тросов $M_{мп1'2}$, Гн $M_{мп1''2}$, Гн	$6,33 \cdot 10^{-10}$ $8,4 \cdot 10^{-5}$	$1,92 \cdot 10^{-5}$ $6,47 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$ $4,2 \cdot 10^{-5}$

3	Взаимная индуктивность пораженного (1) и непораженного (3) молнией тросов $M_{mp1'3}, Гн$ $M_{mp1''3}, Гн$	$4,64 \cdot 10^{-10}$	$1,31 \cdot 10^{-5}$	$2,82 \cdot 10^{-5}$
		$5,63 \cdot 10^{-5}$	$4,32 \cdot 10^{-5}$	$2,82 \cdot 10^{-5}$
4	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp1'1'}, Гн$	$3,13 \cdot 10^{-9}$	$1,41 \cdot 10^{-5}$	$1,73 \cdot 10^{-5}$

В таблицах 4 и 5 приведены численные значения параметров эквивалентной схемы замещения системы из 3-х параллельных тросов при попадании молнии в средний трос, изображенной на рисунке 7.

Таблица 4 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 3-х параллельных тросов при попадании молнии в средний трос; длина троса $l_{mp}=150$ м

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность двух непораженных тросов - $M_{mp13}, Гн$	$2,36 \cdot 10^{-5}$		
2	Взаимная индуктивность части 1 и части 2 пораженного молнией троса (2) и непораженных тросов (1) и (3) $M_{mp2'1}=M_{mp2'3}, Гн$ $M_{mp2''1}=M_{mp2''3}, Гн$	$3,05 \cdot 10^{-10}$	$8,78 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
		$3,79 \cdot 10^{-5}$	$2,91 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
3	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp2'2'}, Гн$	$1,88 \cdot 10^{-9}$	$8,44 \cdot 10^{-6}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$

Таблица 5 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 3-х параллельных тросов при попадании молнии в средний трос; длина троса $l_{mp}=250$ м

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность двух непораженных тросов - $M_{mp13}, Гн$	$5,64 \cdot 10^{-5}$		
2	Взаимная индуктивность части 1 и части 2 пораженного молнией троса (2) и непораженных тросов (1) и (3) $M_{mp2'1}=M_{mp2'3}, Гн$ $M_{mp2''1}=M_{mp2''3}, Гн$	$6,33 \cdot 10^{-10}$	$1,92 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$
		$8,4 \cdot 10^{-5}$	$6,47 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$
3	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp2'2'}, Гн$	$3,13 \cdot 10^{-9}$	$1,41 \cdot 10^{-5}$	$1,73 \cdot 10^{-5}$

В таблицах 6 и 7 приведены численные значения параметров эквивалентной схемы замещения системы из 7-ми параллельных тросов при попадании молнии в крайний трос, изображенной на рисунке 8.

Таблица 6 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 7-ми параллельных тросов при попадании молнии в крайний трос; длина троса $l_{mp}=150$ м

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (3); (3) и (4); (4) и (5); (5) и (6) $M_{mp23}=M_{mp34}=M_{mp45}=M_{mp56}=M_{mp67}, Гн$	$3,79 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (4); (3) и (5); (4) и (6); (5) и (7) $M_{mp24}=M_{mp35}=M_{mp46}=M_{mp57}, Гн$	$2,36 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (5); (3) и (6); (4) и (7) $M_{mp25}=M_{mp36}=M_{mp47}, Гн$	$1,7 \cdot 10^{-5}$		

№ п/п	Параметр	q=0		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (6); (3) и (7) - $M_{mp26}=M_{mp37}, Гн$	1,32·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (7) - $M_{mp27}, Гн$	1,08·10 ⁻⁵		
2	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (2) молнией тросов $M_{mp1'2}, Гн$ $M_{mp1''2}, Гн$	3,05·10 ⁻¹⁰ 3,79·10 ⁻⁵	8,78·10 ⁻⁶ 2,9·10 ⁻⁵	1,9·10 ⁻⁵ 1,9·10 ⁻⁵
3	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (3) молнией тросов $M_{mp1'3}, Гн$ $M_{mp1''3}, Гн$	2,08·10 ⁻¹⁰ 2,36·10 ⁻⁵	5,62·10 ⁻⁶ 1,8·10 ⁻⁵	1,18·10 ⁻⁵ 1,18·10 ⁻⁵
4	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (4) молнией тросов $M_{mp1'4}, Гн$ $M_{mp1''4}, Гн$	1,57·10 ⁻¹⁰ 1,7·10 ⁻⁵	4,12·10 ⁻⁶ 1,29·10 ⁻⁵	8,51·10 ⁻⁶ 8,51·10 ⁻⁶
5	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (5) молнией тросов $M_{mp1'5}, Гн$ $M_{mp1''5}, Гн$	1,25·10 ⁻¹⁰ 1,32·10 ⁻⁵	3,24·10 ⁻⁶ 9,99·10 ⁻⁶	6,62·10 ⁻⁶ 6,62·10 ⁻⁶
6	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (6) молнией тросов $M_{mp1'6}, Гн$ $M_{mp1''6}, Гн$	1,04·10 ⁻¹⁰ 1,08·10 ⁻⁵	2,66·10 ⁻⁶ 8,13·10 ⁻⁶	5,4·10 ⁻⁶ 5,4·10 ⁻⁶
7	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (7) молнией тросов $M_{mp1'7}, Гн$ $M_{mp1''7}, Гн$	0,86·10 ⁻¹⁰ 0,91·10 ⁻⁵	2,25·10 ⁻⁶ 6,85·10 ⁻⁶	4,55·10 ⁻⁶ 4,55·10 ⁻⁶
8	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp1'1'}, Гн$	1,88·10 ⁻⁹	8,44·10 ⁻⁶	1,04·10 ⁻⁵

Таблица 7 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 7-ми параллельных тросов при попадании молнии в крайний трос; длина троса $l_{mp}=250 м$

№ п/п	Параметр	q=0	q=0,25	q=0,5
1	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (3); (3) и (4); (4) и (5); (5) и (6) $M_{mp23}=M_{mp34}=M_{mp45}=M_{mp56}=M_{mp67}, Гн$	8,4·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (4); (3) и (5); (4) и (6); (5) и (7) $M_{mp24}=M_{mp35}=M_{mp46}=M_{mp57}, Гн$	5,64·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (5); (3) и (6); (4) и (7) $M_{mp25}=M_{mp36}=M_{mp47}, Гн$	4,26·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (6); (3) и (7) - $M_{mp26}=M_{mp37}, Гн$	3,41·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (7) - $M_{mp27}, Гн$	2,83·10 ⁻⁵		
2	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (2) молнией тросов $M_{mp1'2}, Гн$ $M_{mp1''2}, Гн$	6,33·10 ⁻¹⁰ 8,4·10 ⁻⁵	1,92·10 ⁻⁵ 6,47·10 ⁻⁵	4,2·10 ⁻⁵ 4,2·10 ⁻⁵
3	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (3) молнией тросов $M_{mp1'3}, Гн$ $M_{mp1''3}, Гн$	4,64·10 ⁻¹⁰ 5,64·10 ⁻⁵	1,31·10 ⁻⁵ 4,32·10 ⁻⁵	2,82·10 ⁻⁵ 2,82·10 ⁻⁵

Продолжение таблицы 7

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
4	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (4) молнией тросов $M_{mp1'4}, Гн$ $M_{mp1''4}, Гн$	$3,7 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$
		$4,26 \cdot 10^{-5}$	$3,25 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$
5	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (5) молнией тросов $M_{mp1'5}, Гн$ $M_{mp1''5}, Гн$	$3,07 \cdot 10^{-10}$	$0,82 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
		$3,41 \cdot 10^{-5}$	$2,59 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
6	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (6) молнией тросов $M_{mp1'6}, Гн$ $M_{mp1''6}, Гн$	$2,62 \cdot 10^{-10}$	$0,69 \cdot 10^{-5}$	$1,42 \cdot 10^{-5}$
		$2,83 \cdot 10^{-5}$	$2,15 \cdot 10^{-5}$	$1,42 \cdot 10^{-5}$
7	Взаимная индуктивность пораженного (1) и не пораженного (7) молнией тросов $M_{mp1'7}, Гн$ $M_{mp1''7}, Гн$	$2,28 \cdot 10^{-10}$	$0,59 \cdot 10^{-5}$	$1,21 \cdot 10^{-5}$
		$2,42 \cdot 10^{-5}$	$1,83 \cdot 10^{-5}$	$1,21 \cdot 10^{-5}$
8	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp1'1''}, Гн$	$3,13 \cdot 10^{-9}$	$1,41 \cdot 10^{-5}$	$1,73 \cdot 10^{-5}$

В таблицах 8 и 9 приведены численные значения параметров эквивалентной схемы замещения системы из 7-ми параллельных тросов при попадании молнии средний трос, изображенной на рисунке 9.

Таблица 8 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 7-ми параллельных тросов при попадании молнии в средний трос; длина троса $l_{mp}=150$ м

№ п/п	Параметр	$l_{mp}=150$ м		
		$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (2); (2) и (3); (5) и (6); (6) и (7) $M_{mp12}=M_{mp23}=M_{mp56}=M_{mp67}=M_{mp67}, Гн$	$3,79 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (3); (3) и (5); (5) и (7) $M_{mp13}=M_{mp35}=M_{mp57}, Гн$	$2,36 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (5); (3) и (6); $M_{mp25}=M_{mp36}, Гн$	$1,7 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (5); (2) и (6); (3) и (7) $M_{mp15}=M_{mp26}=M_{mp37}, Гн$	$1,32 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (6); (2) и (7); $M_{mp16}=M_{mp26}=M_{mp27}, Гн$	$1,08 \cdot 10^{-5}$		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (7); - $M_{mp17}, Гн$	$0,91 \cdot 10^{-5}$		
2	Взаимная индуктивность пораженного (4) и не пораженных (1), (7) молнией тросов $M_{mp4'1}=M_{mp4'7}, Гн$ $M_{mp4''1}=M_{mp4''7}, Гн$	$1,57 \cdot 10^{-10}$	$0,41 \cdot 10^{-5}$	$0,85 \cdot 10^{-5}$
		$1,7 \cdot 10^{-5}$	$1,29 \cdot 10^{-5}$	$0,85 \cdot 10^{-5}$
3	Взаимная индуктивность пораженного (4) и не пораженных (2), (6) молнией тросов $M_{mp4'2}=M_{mp4'6}, Гн$ $M_{mp4''2}=M_{mp4''6}, Гн$	$2,08 \cdot 10^{-10}$	$0,56 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$
		$2,36 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$
4	Взаимная индуктивность пораженного (4) и не пораженных (3), (5) молнией тросов $M_{mp4'3}=M_{mp4'5}, Гн$ $M_{mp4''3}=M_{mp4''5}, Гн$	$3,05 \cdot 10^{-5}$	$0,88 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
		$3,79 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
5	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp4'4''}, Гн$	$1,88 \cdot 10^{-5}$	$0,84 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$

Таблица 9 - Параметры обобщенной схемы замещения системы из 7-ми параллельных тросов при попадании молнии в средний трос; длина троса $l_{mp}=250$ м

№ п/п	Параметр	$q=0$	$q=0,25$	$q=0,5$
1	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (2); (2) и (3); (5) и (6); (6) и (7) $M_{mp12}=M_{mp23}=M_{mp56}=M_{mp67}=M_{mp67}, Гн$	8,4·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (3); (3) и (5); (5) и (7) $M_{mp13}=M_{mp35}=M_{mp57}, Гн$	5,64·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (2) и (5); (3) и (6); - $M_{mp25}=M_{mp36}, Гн$	4,26·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (5); (2) и (6); (3) и (7) $M_{mp15}=M_{mp26}=M_{mp37}, Гн$	3,41·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (6); (2) и (7); $M_{mp16}=M_{mp26}=M_{mp27}, Гн$	2,83·10 ⁻⁵		
	Взаимная индуктивность не пораженных молнией тросов (1) и (7); - $M_{mp17}, Гн$	2,41·10 ⁻⁵		
2	Взаимная индуктивность пораженного (4) и не пораженных (1), (7) молнией тросов $M_{mp4'1}=M_{mp4'7}, Гн$ $M_{mp4''1}=M_{mp4''7}, Гн$	3,7·10 ⁻¹⁰	1·10 ⁻⁵	2,13·10 ⁻⁵
		4,26·10 ⁻⁵	3,25·10 ⁻⁵	2,13·10 ⁻⁵
3	Взаимная индуктивность пораженного (4) и не пораженных (2), (6) молнией тросов $M_{mp4'2}=M_{mp4'6}, Гн$ $M_{mp4''2}=M_{mp4''6}, Гн$	4,64·10 ⁻¹⁰	1,3·10 ⁻⁵	2,82·10 ⁻⁵
		5,63·10 ⁻⁵	4,32·10 ⁻⁵	2,82·10 ⁻⁵
4	Взаимная индуктивность пораженного (4) и не пораженных (3), (5) молнией тросов $M_{mp4'3}=M_{mp4'5}, Гн$ $M_{mp4''3}=M_{mp4''5}, Гн$	6,33·10 ⁻¹⁰	1,92·10 ⁻⁵	4,2·10 ⁻⁵
		8,4·10 ⁻⁵	6,47·10 ⁻⁵	4,2·10 ⁻⁵
5	Взаимная индуктивность частей троса, пораженного молнией - $M_{mp4'4''}, Гн$	3,13·10 ⁻⁹	1,41·10 ⁻⁵	1,73·10 ⁻⁵

Расчеты проводились с применением метода контурных токов, при котором для расчета токов формируется система уравнений по числу неизвестных токов. В этом случае число уравнений сокращается до числа независимых контуров. Принцип составления системы уравнений демонстрируется на примере обобщенной схемы замещения для системы из 3-х параллельных тросов при ударе молнии в крайний трос (рисунок 6), где число независимых контуров равно 7.

Решением системы из 7 дифференциальных уравнений определяются контурные токи $I_{K1}, I_{K2}, I_{K3}, I_{K4}, I_{K5}, I_{K6}, I_{K7}$. Каждое из дифференциальных уравнений для них формируется по второму закону Кирхгофа. Например, дифференциальное уравнение для контура 4 записывается как:

$$I_{K1} \cdot R_3 - I_{K2} \cdot R_3 + I_{K4} \cdot 2 \cdot R_3 + L_{uu} \cdot \frac{dI_{K4}}{dt} + M_{uu} \cdot \frac{dI_{K5}}{dt} = 0. \tag{8}$$

При решении системы дифференциальных уравнений используется явный метод Эйлера, где производная функции представляется как приращение значения функции за интервал времени, называемый шагом счета:

$$\frac{dI_{K4}}{dt} = \frac{I_{K4i} - I_{K4i-1}}{t_i - t_{i-1}} = \frac{I_{K4i} - I_{K4i-1}}{t_{шаг}}. \tag{9}$$

Тогда уравнение (8) можно представить как:

$$I_{K1i} \cdot R_3 - I_{K2i} \cdot R_3 + I_{K4i} \cdot 2 \cdot R_3 + L_{uu} \cdot \frac{I_{K4i} - I_{K4i-1}}{t_{шаг}} + M_{uu} \cdot \frac{I_{K5i} - I_{K5i-1}}{t_{шаг}} = 0. \tag{10}$$

Аналогично записываются уравнения для остальных 6 контуров. Далее система решается с нулевыми начальными условиями, поскольку до удара молнии ток в грозотросах отсутствовал. После определения контурных токов искомые токи вычисляются через их алгебраическую сумму.

Для решения систем уравнений использована универсальная программа Matlab. Наиболее важные и типичные расчетные данные были получены в мультитросовой системе с 3-мя грозотросами длиной 150 м, когда сопротивление заземления уединенной тросовой опоры равнялось 20 Ом. В этих условиях длина грозотросов близка к максимальной для ПС 35 – 110 кВ, а отбор тока из опоры грозотроса, пораженного молнией, осуществляется в наименьшей степени. Расчетные зависимости тока в такой опоре при ударе молнии непосредственно в нее, а также на расстоянии в 25 и 50% длины пролета представлены соответственно на рисунках 11 – 13.

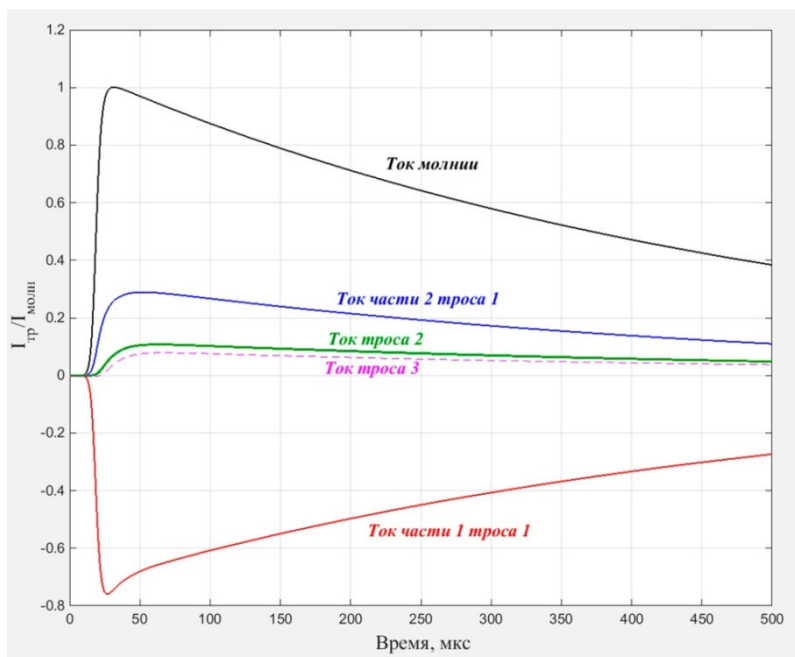


Рис. 11 - Расчетная динамика изменения токов при ударе молнии в опору крайнего грозотроса (длина 150 м; ток первого компонента 10/350 мкс; сопротивление заземления опоры 20 Ом)

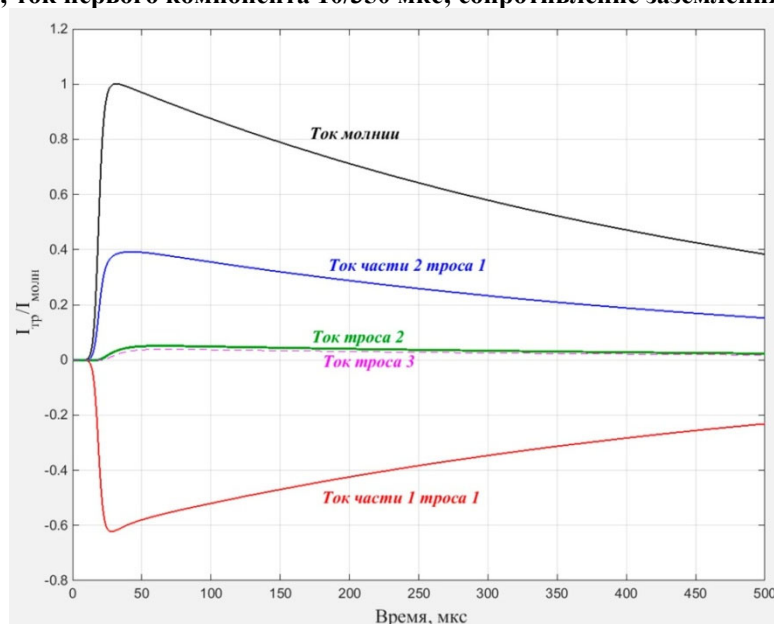


Рис. 12 - Расчетная динамика изменения токов при ударе молнии тросом на удалении в 25% от опоры крайнего грозотроса (длина 150 м; ток первого компонента 10/350 мкс; сопротивление заземления опоры 20 Ом)

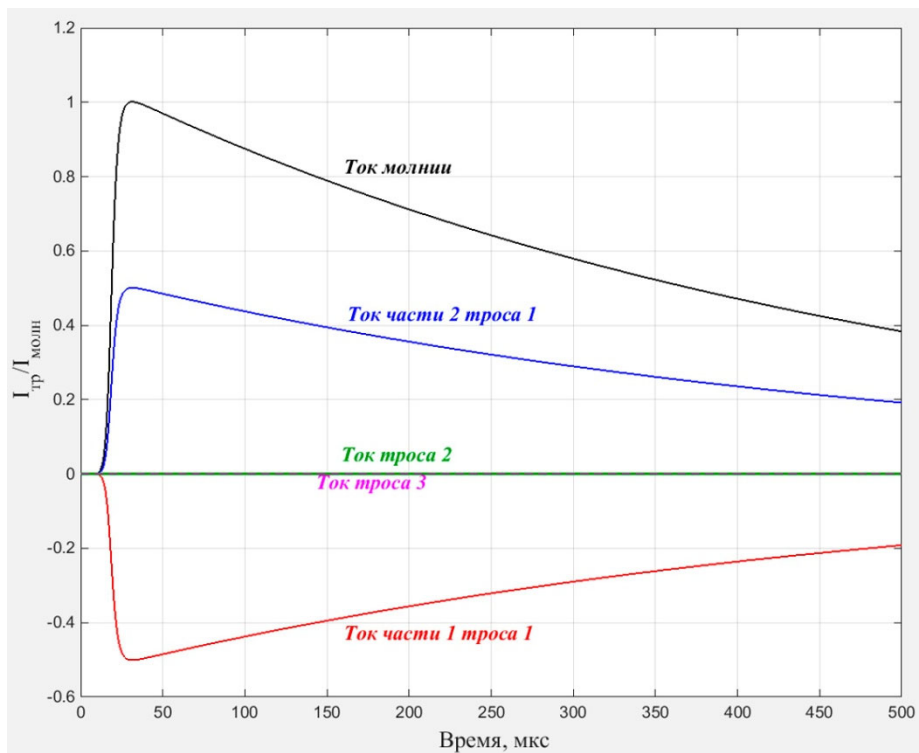


Рис. 13 - Расчетная динамика изменения токов при ударе молнии трос на удалении в 50% от опоры крайнего грозотроса (длина 150 м; ток первого компонента 10/350 мкс; сопротивление заземления опоры 20 Ом)

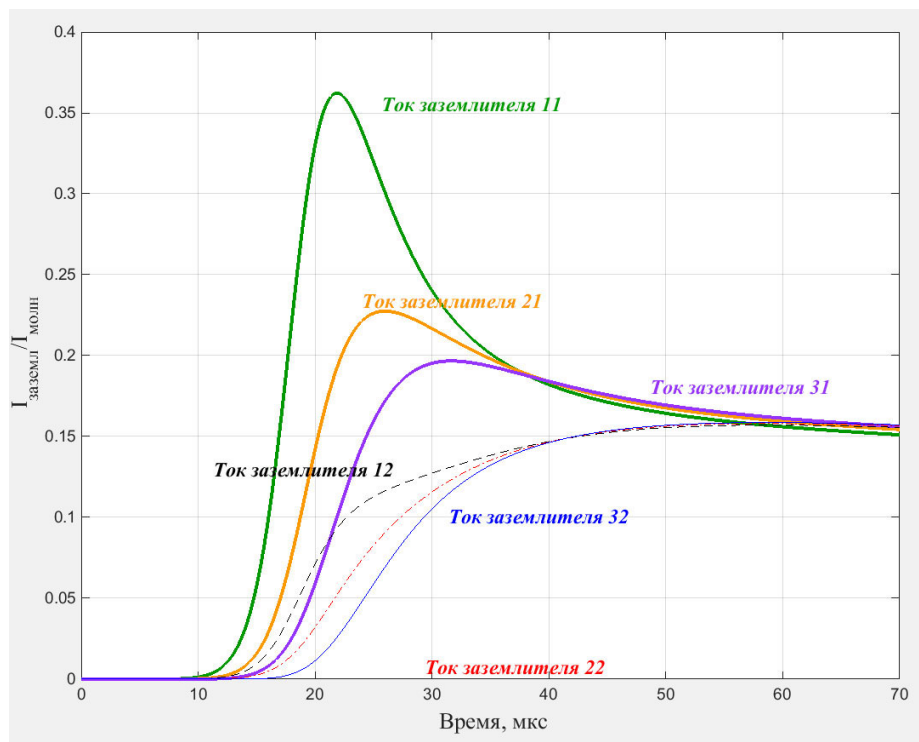


Рис. 14 - Расчетные токи в заземлителях опор грозотросов при ударе молнии в опору крайнего грозотроса

Согласно проведенным расчетам можно констатировать, что наибольшая токовая нагрузка заземлителя опоры соответствует прямому удару молнии непосредственно в нее, когда амплитуда тока там отличается от амплитуды тока первого компонента в молниевом канале не больше, чем на 25%. Именно этот режим должен быть принят в качестве расчетного при оценках максимальной длины скользящего искрового канала. Последнее следует так-

же из расчетных зависимостей от времени тока непосредственно в заземлителе пораженной опоры (заземлитель 1.1), которые представлены на рисунках 14 – 16.

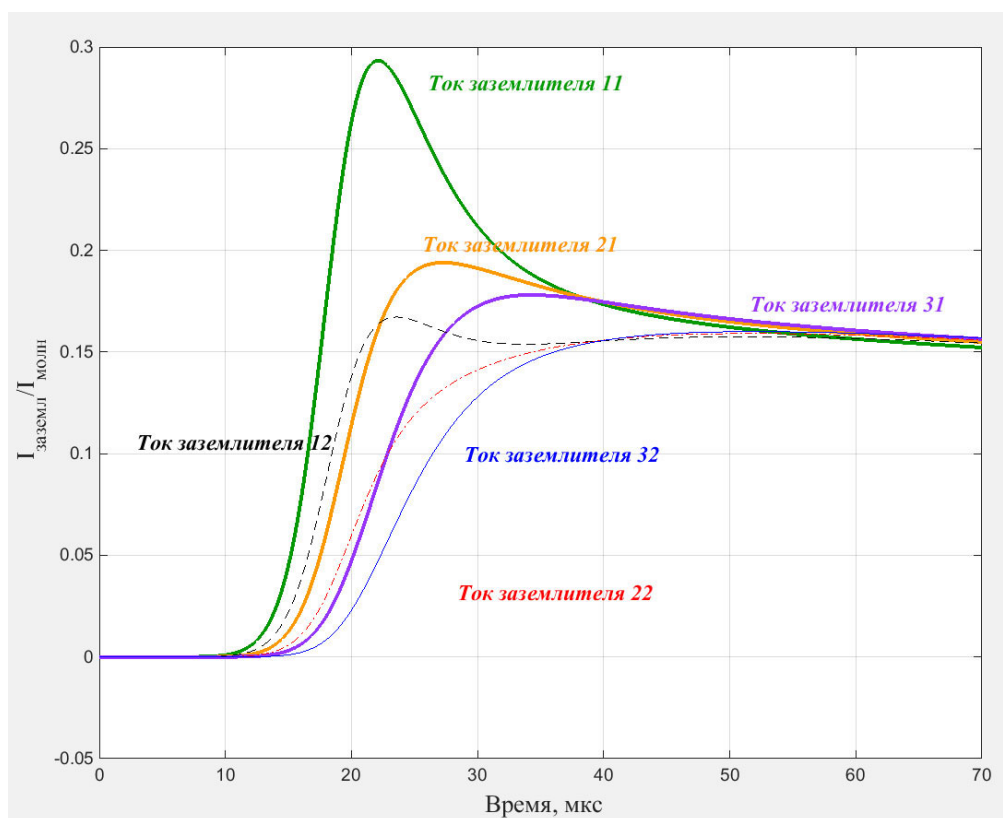


Рис. 15 - Расчетные токи в заземлителях опор грозотросов при ударе молнии трос на удалении в 25% от опоры крайнего грозотроса

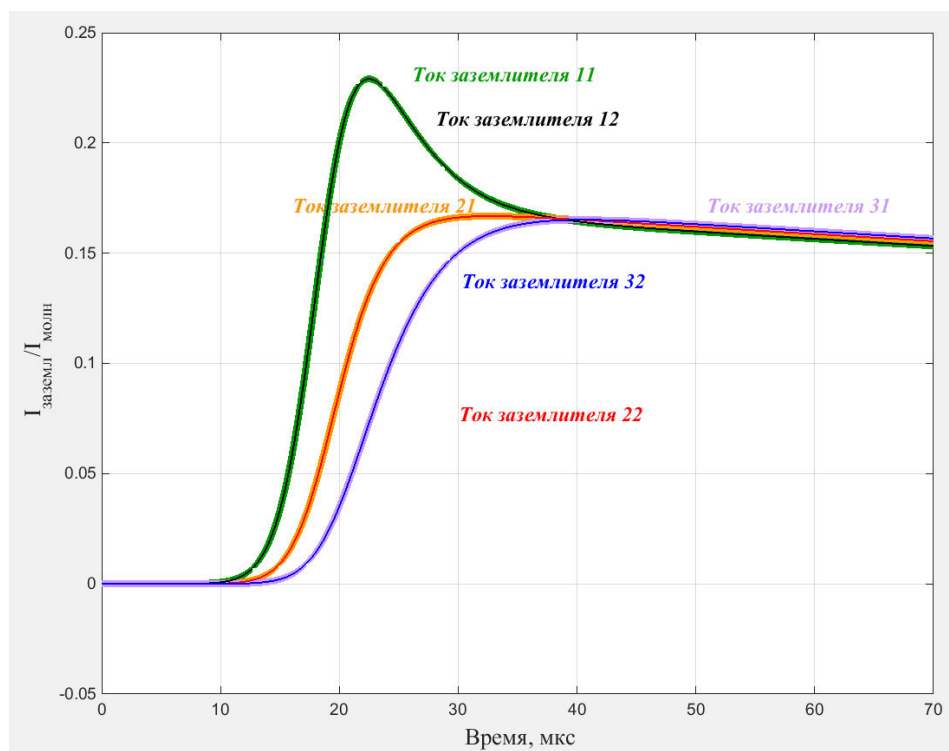


Рис. 16 - Расчетные токи в заземлителях опор грозотросов при ударе молнии трос на удалении в 50% от опоры крайнего грозотроса

Компьютерное моделирование нештатной ситуации удара молнии [11], позволило определить предельные длины скользящих искровых каналов в грунтах различной проводимости

мости при условии, что железобетонные фундаменты опор грозотросов, соединенные подземной горизонтальной шиной, используются в качестве заземлителей грозотросов. Предполагалось, что число грозотросов в мультитросовой системе равно 5, а шаг их расстановки принят равным 40 м. Видно, что в грунте удельным сопротивлением 500 Ом м и менее искровой канал от опоры грозотроса, удаленной от контура заземления ПС на 20 м, может достичь этого контура только при воздействии молнии с током не менее 140 кА. Вероятность такого тока не превышает 0,01.

Для ПС 35-110 кВ с мультитросовой молниезащитой типичных размеров при усредненной плотности молний 3 удара на 1 км², когда среднее ожидаемое число ударов молнии в грозотросы составит 0,05 ударов в год, частота прорыва молнии к контуру заземления ПС будет не больше $0,01 \times 0,05 = 0,0005$ ударов, что соответствует в среднем 1 удару за 2000 лет эксплуатации.

При размещении ПС на территории с грунтом, удельное сопротивление которого повышено до 1000 Ом м, опасный ток, согласно расчетным данным (рис. 17), снижается до 70 кА. При вероятности его превышения, близкой к 0,1, следует ожидать в среднем 1-го прорыва тока молнии по скользящему каналу к контуру заземления защищаемой ПС за 200 лет эксплуатации. Если подобная частота считается недопустимой, следует понизить сопротивление заземления опор грозотросов за счет внедрения в грунт дополнительных электродов.

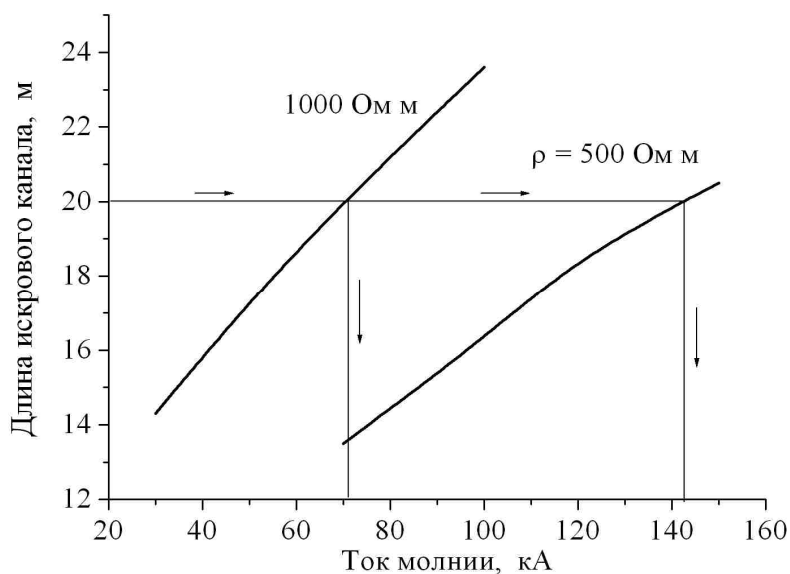


Рис. 17 - Расчетная длина каналов скользящих искровых разрядов, формирующихся от фундаментов опор грозотросов

Наиболее эффективным средством ограничения опасности скользящих искровых каналов следует считать их принудительную ориентировку в сторону, безопасную для контура заземления ПС. Для этой цели к фундаменту каждой опоры грозотроса следует присоединить горизонтальную заземляющую шину длиной 5–7 м, направив ее в сторону, противоположную месту размещения защищаемой ПС.

Заключение. Согласно проведенному анализу, можно констатировать отсутствие специальных требований к сопротивлению заземления опор мультитросовой молниезащиты ПС 35–110 кВ, в случае их расположения на территории с удельным сопротивлением грунта по крайней мере до 1000 Ом м. При наличии подземной шины связи между опорами грозотросов в качестве их заземлителя в подобных условиях достаточно ограничиться использованием железобетонного фундамента без каких-либо дополнительных доработок.

В результате проведенного моделирования и численных расчетов молниезащиты при нештатной ситуации удара молнии были получены следующие результаты:

1. Установлено, что наименьший отбор тока из опоры грозотроса, пораженного молнией, наблюдается в мультитросовой системе с 3-мя грозотросами длиной 150 м при сопро-

тивлении заземления уединенной тросовой опоры 20 Ом и максимальной для ПС 35 – 110 кВ длине грозотросов.

2. Наибольшая токовая нагрузка заземлителя опоры соответствует прямому удару молнии непосредственно в нее, когда амплитуда тока там отличается от амплитуды тока первого компонента в молниевом канале не больше, чем на 25%. Именно этот режим должен быть принят в качестве расчетного при оценках максимальной длины скользящего искрового канала.

3. Компьютерное моделирование нештатной ситуации удара молнии позволило определить предельные длины скользящих искровых каналов в грунтах различной проводимости при условии, что железобетонные фундаменты опор грозотросов, соединенные подземной горизонтальной шиной, используются в качестве заземлителей грозотросов.

4. В качестве дополнительного средства защиты от проникновения каналов искровых разрядов на защищаемую территорию рекомендуется устройство ориентированной в противоположном направлении горизонтальной шины длиной 5-7 м, связанной с арматурой фундаментов опор.

Библиография

1. Комаров В.И., Кит Ю.В. О некоторых особенностях расчета зон защиты тросовых молниеотводов Наук. вестн. МЭИ. 2017. № 4 (36). С. 5-11.
2. Борисов Р.К., Жарков Ю.В., Коломиец Е.В. Молниезащита подстанций распределительных электрических сетей Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2011. № 4. С. 30-34.
3. Вендин С.В., Соловьев С.В., Килин С.В., Яковлев А.О. Оценка эффективности применения мультитросовой молниезащиты на подстанциях 35-110 кВ Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 4 (37). С. 133-142.
4. Вендин С.В., Соловьёв С.В., Килин С.В., Яковлев А.О. Анализ применения мультитросовой молниезащиты на подстанциях с использованием программного обеспечения Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 11-30.
5. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. М.: Из-во МЭИ, 2004. 56 с.
6. Руководство по защите электрических сетей 6 -1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений. РД 153-34.3-35.125-99. Изд. ПЭИПК.1999.
7. Lightning Parameters for Engineering Applications. CIGRE// Working Group C.4.407 № 547 Aug. 2013
8. Bazelyan E M, Raizer Yu P and Aleksandrov N L 2008 Corona initiated from grounded objects under thunderstorm conditions and its influence on lightning attachment Plasma Sources Sci. Technol. 17 024015.
9. Pinchuk M.E., Budin A.V., Kumkova I.I., Bogomaz A.A., Sivaev A.D., Chusov A.N., Zaynalov R.I. Energy deposition in discharge chamber of lightning protection multichamber system Journal of Physics: Conference Series (см. вкнигах). 2016. Т. 774. № 1. С. 012187.
10. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. Л.: Энергоатомиздат. 1986. 488 с.
11. Зубов, К.Н. Математическая модель и программа для расчета зон защиты от прямых ударов молнии в грунтах. Информационные технологии в проектировании и производстве. М.: ФГУП «ВИМИ», 2010. - № 1. -С. 84-89.

References

1. Komarov V.I., Kit Yu.V. O nekotorykh osobennostyakh rascheta zon zashchity trosovykh molniyeotvodov [About some features of calculation of protection zones of cable lightning rods] Naukoviyoglyad. 2017. № 4 (36). S. 5-11.
2. Borisov R.K., Zharkov Yu.V., Kolomiyets E.V. Molniyezashchita podstantsiy raspredelitelnykh elektricheskikh setey [Lightning protection of substations of distribution electric networks] Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta. Vestnik MEI. 2011. № 4. S. 30-34.
3. Vendin S.V., Solovyev S.V., Kilin S.V., Yakovlev A.O. Otsenka effektivnosti primeneniya multitrosovoy molniyezashchity na podstantsiyakh 35-110 kV [Evaluation of the effectiveness of multi-cable lightning protection at substations] Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK. 2019. № 4 (37). S. 133-142.
4. Vendin S.V., Solovyev S.V., Kilin S.V., Yakovlev A.O. Analiz primeneniya multitrosovoy molniyezashchity na podstantsiyakh s ispolzovaniyem programnogo obespecheniya [Analysis of the application of multi-cable lightning protection at substations using software] Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 4 (24). S. 11-30.
5. Instruktsiya po ustroystvu molniyezashchity zdaniy, sooruzheniy i promyshlennykh kommunikatsiy [Instructions for the device of lightning protection of buildings, structures and industrial communications]. M: Iz-vo MEI. 2004. 56 s.
6. Rukovodstvo po zashchite elektricheskikh setey 6 -1150 kV ot grozovykh i vnutrennikh perenapryazheniy [Guidelines for the protection of electrical networks 6 -1150 kV from lightning and internal overvoltages]. RD 153-34.3-35.125-99. Izd. PEIPK. 1999.

7. Lightning Parameters for Engineering Applications. CIGRE// Working Group C.4.407 № 547 Aug. 2013
8. Bazelyan E M, Raizer Yu P and Aleksandrov N L 2008 Corona initiated from grounded objects under thunderstorm conditions and its influence on lightning attachment Plasma Sources Sci. Technol. 17 024015.
9. Pinchuk M.E., Budin A.V., Kumkova I.I., Bogomaz A.A., Sivaev A.D., Chusov A.N., Zaynalov R.I. Energy deposition in discharge chamber of lightning protection multichamber system Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 774. № 1.C. 012187.
10. Kalantarov P.L., Tseytlin L.A. Raschet induktivnostey [Calculation of inductances]: Spravochnaya kniga. L.: Energoatomizdat. 1986. 488 s.
11. Zubov. K.N. Matematicheskaya model i programma dlya rascheta zon zashchity ot pryamykh udarov molnii gruntakh [Mathematical model and program for calculating protection zones against direct lightning strikes in the ground] Informatsionnyye tekhnologii v proyektirovanii i proizvodstve. M.: FGUP «VIMI». 2010. - № 1. -S. 84-89.

Сведения об авторах

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

Соловьёв Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, 308503, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, +7-904-531-18-47, E-mail: ser-solovyev@mail.ru.

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

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

Information about authors

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, + 7-4722-39-11-36, E-mail: elapk@mail.ru.

Solovev Sergey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, +7-904-531-18-47, E-mail: ser-solovyev@mail.ru.

Kilin Stanislav Vitalevich, teacher of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, + 7-920-561-09-74, E-mail: Kilin.St87@yandex.ru.

Iakovlev Alexey Olegovich, teacher of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, + 7-904-084-53-35, E-mail: yakovlevao@gmail.com.

УДК 621.785:669.1

А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, М.И. Волков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ 65Г

Аннотация. Стратегия научно-технологического развития России определяет в качестве приоритетных направления по сельскому хозяйству, направленные на получение научно-технических результатов, положенных в основу инновационного развития рынка продуктов и услуг. Техническое обеспечение имеет не малую долю в себестоимости сельхозпродукции, в этой связи предполагается, что снижение затрат на технический сервис возможно путем рационального восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственных машин. На основании критического обзора методов плазменного нанесения покрытий, индукционно-импульсной обработки, обработки токами высокой частоты, холодной пластической деформацией, газотермического напыления наноструктурированных материалов и электроискрового легирования быстрорежущей сталью, установлено существование множества способов упрочнения деталей, которые характеризуются малой пригодностью и высокой трудоемкостью. Предлагается разработка методики электромеханического упрочнения дисков сошников. Проведены исследования по обоснованию режимов электромеханического упрочнения на примере цилиндрических образцов из стали 65Г. Выбран план полного двухфакторного трехуровневого эксперимента, составлена методика, определены факторы влияния и функции отклика. В качестве факторов приняты: сила тока $X_1=800...1200$ А на упрочняющем ролике и усилие прижатия $X_2=100...300$ Н инструмента к детали. В качестве функций отклика - твердость поверхностного слоя Y_1 по шкале Роквелла и истинное сопротивление разрыву Y_2 , МПа. Проведен микроструктурный анализ упрочненных образцов. На основании методики множественного регрессионного анализа получены эмпирические математические модели и приведена их графическая интерпретация в исследуемой области значений факторов. Для обеспечения износостойкости рабочих кромок дисков необходимо получение наибольшего значения твердости, что достигается при силе тока $X_1=1056$ А и усилии $X_2=209$ Н в контакте. Приведенные режимы следует реализовать при упрочнении дисковых сошников посевных машин.

Ключевые слова: электромеханическая обработка, упрочнение, образец, микроструктура, твердость, математическая модель.

EXPERIMENTAL DEVELOPMENT OF PROCESS OF ELECTROMECHANICAL HARDENING OF STEEL 65G PARTS

Abstract. The Strategy for Scientific and Technological Development of Russia defines as priority areas for agriculture aimed at obtaining scientific and technical results based on the innovative development of the market for products and services. Technical support has not a small share in the cost of agricultural products, in this regard, it is assumed that reducing the cost of technical service is possible by rationally restoring and hardening parts of agricultural machines. Based on a critical review of plasma coating methods, induction pulse processing, high-frequency current processing, cold plastic deformation, gas-thermal spraying of nanostructured materials and electric spark doping with fast-cutting steel, the existence of many methods for hardening parts that are characterized by low suitability and high labor intensity has been established. The method of electromechanical hardening of ploughshare disks is proposed. Researches on justification of the modes of electromechanical hardening on the example of cylindrical samples from steel 65G are conducted. The plan of the full two-factor three-level experiment was chosen, the methodology was compiled, influence factors and response functions were determined. As factors are accepted: current strength $X_1=800...1200$ A on the reinforcing roller and pressing force $X_2=100...300$ N of the tool to the part. The function of the response is the hardness of the Y_1 surface layer on the Rockwell scale and the true rupture resistance of Y_2 , MPa. Microstructural analysis of hardened samples was carried out. Based on the technique of multiple regression analysis, empirical mathematical models were obtained and their graphical interpretation in the studied region of factor values is given. To ensure the wear resistance of the working edges of the disks, it is necessary to obtain the highest hardness value, which is achieved at current strength $X_1=1056$ A and force $X_2=209$ N in contact. The above modes should be implemented when hardening disk ploughshares of sowing machines.

Keywords: electromechanical processing, hardening, sample, microstructure, hardness, mathematical model.

Постановка проблемы. В федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства России на 2017-2025 годы предусматривается обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, формирование условий для развития научной, научно-технической деятельности и получения результатов, необходимых для создания инновационных технологий, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса [1]. В настоящем техническое обеспечение технологий производства растениеводческой продукции находится на недостаточном

уровне по причине низкой работоспособности разномарочного, морально и материально устаревшего парка сельскохозяйственной техники (СХТ). Улучшение функциональности и повышение эксплуатационной надежности СХТ является одним из наиболее важных вопросов, на который необходимо отвечать современному сельскохозяйственному промышленному производству. Неисправность деталей в большей степени обусловлена износом поверхностного рабочего слоя, причем условия восстановления материала основы и рабочих поверхностей различны [2].

Международная практика свидетельствует о том, что доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в развитых зарубежных странах 30...35%, однако в России этот показатель за последние годы снизился. По прогнозам специалистов ФНАЦ ВИМ в 2021 г. объемы восстановления должны увеличиться до 6...7 млрд. руб., что составит 25...30% от поставки новых запасных частей [3]. Прогноз на увеличение объемов восстановления деталей в России соответствует мировым тенденциям, поэтому необходимо уделить большое внимание вопросам организации и технологиям восстановления деталей, постоянно увеличивать ассигнования на разработку новых способов и передового оборудования. В этой связи особенно актуален вопрос упрочнения деталей машин, работающих в среде повышенного абразивного износа, в частности, к таким деталям относится диск сошника зерновой и зернотуковой сеялок. При эксплуатации посевных машин, в частности сеялки СЗТ-3,6А, диски сошников сеялок подвергаются неравномерному изнашиванию лезвий, при этом снижается качество обработки почвы, увеличивается тяговое сопротивление агрегата и расход топлива [4-6].

Анализ применяемых технологических способов, в области восстановления деталей машин типа «диск», показал наличие широкого круга разнообразных технологий, среди которых выделяются технологии комбинированной обработки, особенно электромеханическая обработка. Таким образом, экспериментальная отработка технологического процесса электромеханического упрочнения деталей из стали 65Г на лабораторных образцах актуальна.

Анализ последних исследований и публикаций. На основании обзора исследований выполнен критический анализ способов упрочнения деталей машин [7-13]. В частности, в исследованиях Кадырметова А.М. для упрочнения деталей применяет метод плазменного нанесения покрытий в режиме модуляции электрических параметров, в результате чего твердость покрытий достигает до 55...60 HRC [7]. Для упрочнения дисков сошников Стрельцов В.В. и Бондарев А.М. применяли индукционно-импульсный метод, при этом оптимальный диаметр пятна нагрева – 2...3 мм, длительность импульса от 1,5 до 4 мсек, частота импульсов – 10 Гц [8]. В работе Киселя Ю.Е. и других проводилось повышение износостойкости композитов с помощью обработки токами высокой частоты, что повышает предел прочности при растяжении до 6 раз и износостойкость до 2 раз по сравнению с покрытиями без обработки [9]. В исследованиях Крохи В.А. применяли холодную пластическую деформацию металлов с целью повышения их износостойкости, в результате установлено что максимальное значение абразивной износостойкости зависит от природы сплавов и для исследуемых материалов находится в пределах 0,30...0,55 [10]. Кравченко И.Н., Коломейченко А.В. и другие исследовали износостойкость плазменных покрытий в абразивной среде наплавленных твердыми сплавами при помощи плазмы, в результате твердость покрытий в 3...5 раз выше по сравнению с закаленной сталью 65Г [11]. Пузряков А.Ф., Кравченко И.Н. и другие разрабатывали новые подходы к повышению ресурса деталей машин методами газотермического напыления наноструктурированных материалов, в результате исследований относительная износостойкость оказалась выше в 3 раза по сравнению с необработанной поверхностью [12]. В исследованиях Толстых Л.Г. и других в качестве упрочнения применяли электроискровое легирование быстрорежущей сталью, при этом глубина упрочненного слоя с увеличением тока от 10 до 25 А возрастает от 200 до 450 мкм [13]. Из анализа вышеупомянутых работ можно отметить, что существует множество способов упрочнения деталей, но не все способы пригодны для упрочнения режущей кромки дисков, а те, которые пригодны, обладают высокой трудоемкостью. С целью расширения применяемых способов для упрочнения дисковых рабочих органов пред-

полагается провести исследования по электромеханическому упрочнению лабораторных образцов из стали 65Г.

Цель работы – выявление зависимости механических свойств упрочненных лабораторных образцов от режимов электромеханического упрочнения.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- теоретически обосновать режимы электромеханического упрочнения;
- провести оценку микроструктур стали на упрочненных образцах;
- исследовать влияние режимов упрочнения на механические свойства образцов.

Материалы и методы. Объектом исследований является цилиндрический образец по ГОСТ 1497-84, выполненный из стали 65Г ГОСТ 14959-79, длина и диаметр обрабатываемой части 100 и 10 мм, соответственно, в количестве 30 шт., из них 27 - опытные, а 3 - контрольные образцы. На рисунке 1 показана одна серия опытных образцов (9 шт.).

Упрочнение путем электромеханической обработки поверхностей образцов проводили на токарно-винторезном станке 1М63 с помощью установки «УЭМО-стандарт». При исследованиях применяется активное планирование на основе плана полного двухфакторного трехуровневого эксперимента.



Рис. 1 – Общий вид упрочненных цилиндрических образцов

Микроструктурный анализ проводили при $\times 50$ и $\times 500$ увеличении на инвертированном металлографическом микроскопе МЕТАМ ЛВ-34. Измерение микротвердости слоев микроструктур образца по Виккерсу осуществляли на автоматическом микротвердомере DuraScan 20G5. Измерение твердости обработанных поверхностей образцов выполняют по шкале Роквелла по ГОСТ 9013-59 на прессе ТР-5006. Испытания на разрыв образцов проводили на машине МР-100 по ГОСТ 1497-84. Обработка результатов выполняется методами математической статистики с использованием множественного регрессионного анализа. Упрочнение образцов выполняли на базе лаборатории восстановления изношенных деталей, измерения твердости в лаборатории исследования физико-механических и технологических свойств материалов, прочностные испытания в лаборатории исследования прочности материалов и деталей инженерного факультета ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ им. В.Я. Горина.

Основной материал исследований. При электромеханической обработке (ЭМО) детали через место контакта «инструмент-деталь» проходит ток большой силы и низкого напряжения, приводящий к сильному нагреву и быстрому охлаждению. В результате воздействия инструмента наблюдается термомеханическое местное воздействие на поверхностный слой за счет прижима упрочняющего ролика к обрабатываемой детали. Сила тока, напряжение и усилие прижатия инструмента регулируются в зависимости от площади контакта, необходимой глубины упрочнения и требований к качеству поверхностного слоя. Предварительное изучение технической сущности ЭМО показывает, что основными факторами, влияющими на эксплуатационные свойства рабочих поверхностей, являются конструкционные (металл, твердость, глубина упрочнения, геометрические параметры, физико-механические свойства), технологические (технология процесса обработки: временные, структурные, ско-

ростные, силовые, температурные, электрические параметры) и эксплуатационные (процесс восстановления, упрочнения или закалки при ремонте).

Исходя из практики применения установки «УЭМО-стандарт» усилие прижатия инструмента в виде упрочняющего ролика рекомендуется принимать 100...300 Н, а силу тока на упрочняющем ролике устанавливать в диапазоне 800...1200 А. Принимаем усилие равным 200 Н, из условия обеспечения гарантированного контакта упрочняющего ролика с поверхностью обрабатываемой детали; глубину упрочнения диска принимаем 0,1...0,5 мм; напряжение во вторичной цепи трансформатора - 1...5 В. Для деталей, изготовленных из стали 65Г необходимо нагреть место контакта детали и инструмента выше температуры фазового превращения металла 760°C на 50...70°C, т.е. до 830°C [14].

На основании соотношений упомянутых факторов определим расчетное значение силы тока I , А, на ролике в зависимости от напряжения и требуемой глубины упрочнения по формуле [15, 16]

$$I = \frac{\frac{c\gamma BvT_{\phi}\delta}{k\mu} - \frac{Pvf}{42,7}}{0,24\eta U}, \tag{1}$$

где $c=0,16$ Дж/кг·°C - удельная теплоемкость металла; $\gamma=7,82$ кг/м³- плотность материала; $B=0,1$ см - ширина высокотемпературной зоны; $v=0,525$ см/с- скорость сглаживания при обработке; $T_{\phi}=830^{\circ}$ - температура фазового превращения металла; $\delta=0,01...0,05$ - глубина упрочнения, см; $k=0,234$ - коэффициент учитывающий количество теплоты, поглощаемой высокотемпературным объемом; $\mu=0,6$ - коэффициент определяющий количество теплоты, создаваемой в зоне контакта и отводимой в деталь; $P=20$ кгс - сила нормального давления при обработке; $f=0,1$ - коэффициент трения качения; $\eta=0,42$ - коэффициент, учитывающий потери во вторичной цепи трансформатора; $U=1...5$ - напряжение вторичной цепи, В.

С целью предварительного выбора режимов упрочнения, задаваясь параметрами материала детали и усилия прижатия инструмента, вычислим пошагово значения силы тока в зависимости от напряжения и глубины упрочнения. Полученные значения представлены в виде графической интерпретации на рисунке 2.

Анализ диаграммы показывает, что для применяемых значений силы тока и напряжения на инструменте возможна реализация обработки на глубину 0,20...0,50 мм, что достаточно для упрочнения тонкостенной детали типа «диск» и дальнейшей практической апробации на опытных образцах [17].

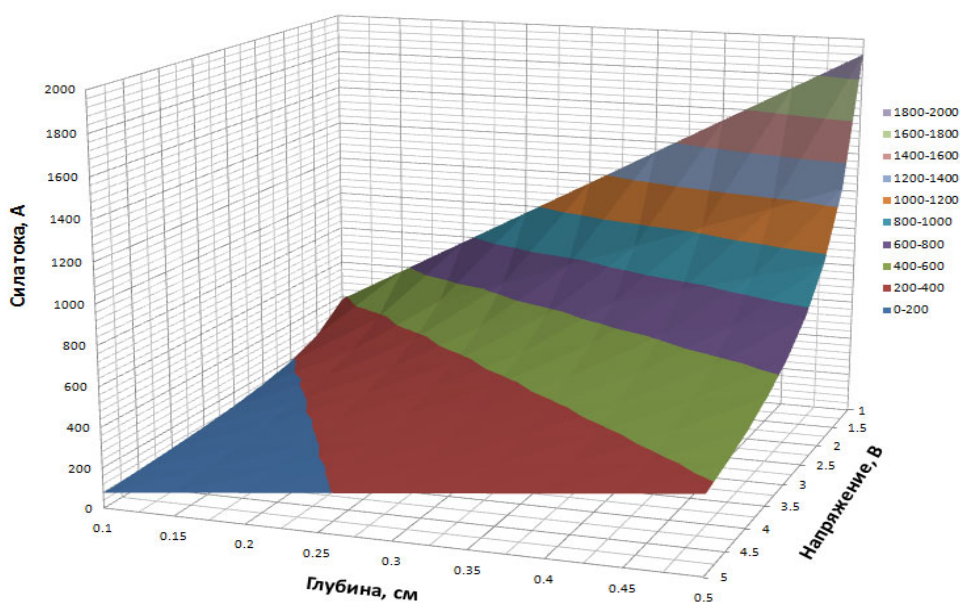


Рис. 2 – Зависимость силы тока от глубины упрочнения и напряжения

Из практики ЭМО деталей машин на механические свойства упрочняемых образцов влияют следующие факторы: 1) термический – в виде силы тока во вторичной обмотке $I_{\text{эмо}}=X_1$, А; 2) силовой – усилие в контакте «инструмент – деталь» $F_{\text{эмо}}=X_2$, Н. В качестве функций отклика выступают параметры механических свойств: 1) твердость упрочняемых поверхностей по Роквеллу - $HRC_3=Y_1$; 2) истинное сопротивление разрыву образцов - $\sigma_r=Y_2$, МПа. Диапазон и интервалы варьирования факторов: 1) $X_1=I_{\text{эмо}}=800\dots1200$ А с интервалом $\Delta I=200$ А; 2) $X_2=F_{\text{эмо}}=100\dots300$ Н с интервалом $\Delta F=100$ Н. В качестве регрессионной математической модели функций отклика в зависимости от исследуемых факторов процесса электромеханического упрочнения принимаем уравнение полинома второй степени.

Обозначения факторов, функций отклика и нумерация опытных и контрольных образцов при планировании экспериментальных исследований представлены в таблице 1. Маркировка 27 опытных образцов с учетом планирования девяти опытов при трехкратной повторности с наличием трех контрольных образцов показана на рисунке 3.

Таблица 1 – Планирование лабораторного эксперимента по упрочнению образцов

Факторы процесса ЭМО		Функции отклика / нумерация образцов					
Сила тока	Сила прижатия инструмента	Твердость, HRC ₃			Истинное сопротивление разрыву σ_r , МПа		
I , А	F_k , Н						
800	100	1 ₁	2 ₁	3 ₁	1 ₁	2 ₁	3 ₁
	200	1 ₂	2 ₂	3 ₂	1 ₂	2 ₂	3 ₂
	300	1 ₃	2 ₃	3 ₃	1 ₃	2 ₃	3 ₃
1000	100	1 ₄	2 ₄	3 ₄	1 ₄	2 ₄	3 ₄
	200	1 ₅	2 ₅	3 ₅	1 ₅	2 ₅	3 ₅
	300	1 ₆	2 ₆	3 ₆	1 ₆	2 ₆	3 ₆
1200	100	1 ₇	2 ₇	3 ₇	1 ₇	2 ₇	3 ₇
	200	1 ₈	2 ₈	3 ₈	1 ₈	2 ₈	3 ₈
	300	1 ₉	2 ₉	3 ₉	1 ₉	2 ₉	3 ₉
Контроль		28	29	30	28	29	30

В связи с выполнением эксперимента на базе токарно-винторезного станка 1М63 скоростной режим обработки определяется минимальной частотой вращения шпинделя 10 мин^{-1} , при этом время воздействия при совершении 1 оборота детали при обработке с осевой подачей 1 мм с углом контакта 1° составляет 0,0167 сек.



а) 1 серия



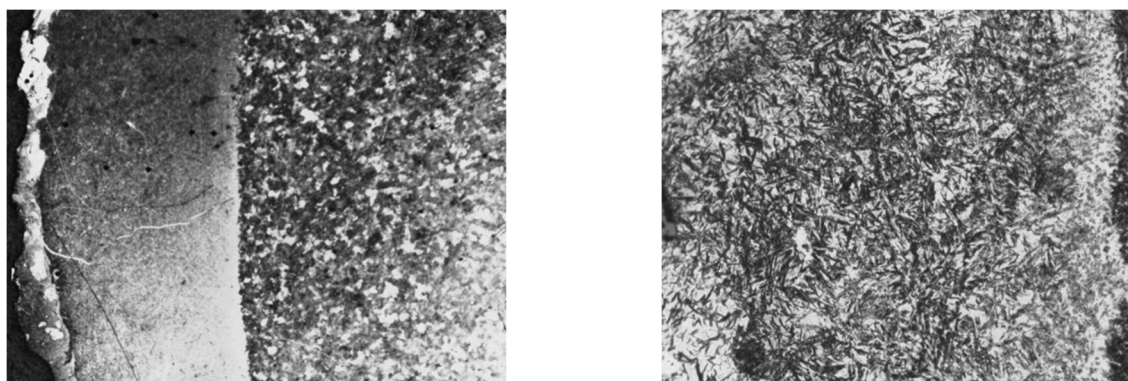
б) 2 серия



в) 3 серия

Рис. 3 – Общий вид и маркировка серий опытных образцов

С целью выявления структур в упрочненном образце проведен микроструктурный анализ, который показал, что на упрочненной поверхности образца сформирован слой, состоящий из нескольких зон: белой, светлой нетравящейся и темной мартенситной, переходящей в феррито-перлитную структуру основы (рисунок 4). В частности, исследованы: зона светлого и переходного слоя образца при $\times 50$ и $\times 500$ увеличении (рисунок 4, а), где отчетливо выделяется переходная зона с мелкоигльчатым строением, а также светлый слой (рисунок 4, б) с областями зарождения мартенситных игл, переходящий в ферритно-перлитную структуру металлической основы.



а) светлый слой и переходная зона при $\times 50$ увеличении

б) светлый слой и переходная зона при $\times 500$ увеличении

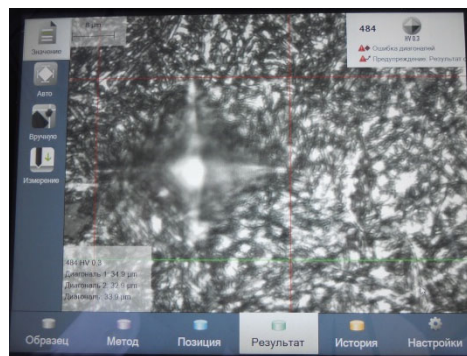
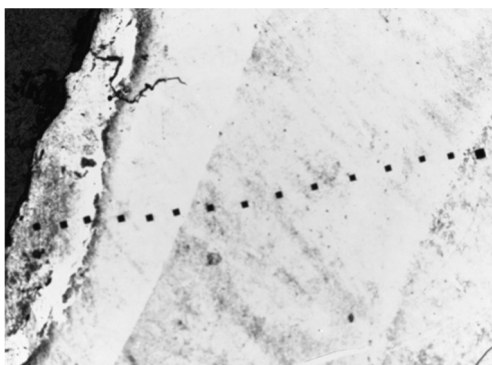
Рис. 4 - Изображения микроструктур стали 65Г после упрочнения

Измерения микротвердости по Виккерсу проводили на шлифованных образцах в соответствии с положениями ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007: величина нагрузки составляет $F=1,961$ Н, что представляет результаты микротвердости по шкале HV0,2; с целью подтверждения правильного выбора величины статической нагрузки провели параллельные измерения при $F=0,9807$ Н и $F=2,942$ Н, что соответствует представлению микротвердости по шкалам HV0,1 и HV0,3; в качестве индентора используем алмазный наконечник в форме правильной четырехгранной пирамиды с углом 136° между противоположными гранями при вершине; расстояния между центром отпечатка и краем образца принимали не менее 2,5 средних длин диагоналей d_{cp} , мкм, отпечатка и 3,0 средних длин диагоналей между центрами смежных отпечатков; время выдержки под нагрузкой установлено 10 с; направление дорожек измерения – от края образца к середине, через белый, светлый и переходной слою к основе; размер отпечатка на экране микротвердомера составлял от 25 до 75% ширины рабочего поля экрана.

Изображения дорожек измерения микротвердости на фоне микроструктур слоев образца и отпечатка алмазной пирамиды при измерении представлены на рисунке 5. Результаты измерения параметров микротвердости по Виккерсу (HV0,2; d_{cp} , мкм) шлифованных образцов стали 65Г по сериям представлены на рисунке 6 и в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения параметров микротвердости по Виккерсу

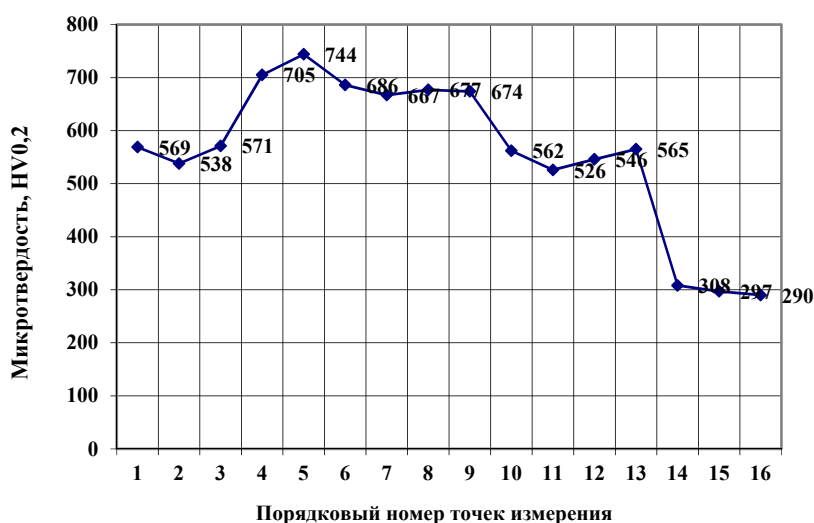
№	Точки измерения															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 серия	596	605	621	764	867	719	600	706	621	446	424	464	520	295	298	286
	25,0	24,8	24,4	22,0	21,3	22,7	24,9	22,9	25,4	28,8	29,6	28,3	26,7	35,4	36,3	36,0
2 серия	534	470	559	764	776	748	781	719	762	586	475	471	474	310	296	284
	26,3	28,0	25,7	22,0	22,8	21,8	22,7	22,7	22,0	25,2	27,9	28,1	28,0	34,6	35,4	36,1
3 серия	576	539	534	586	588	592	619	605	638	653	678	704	701	319	297	300
	25,4	26,2	26,3	25,2	25,1	25,0	24,5	24,8	24,1	23,8	23,4	23,0	23,0	34,1	35,3	35,2
Среднее	569	538	571	705	744	686	667	677	674	562	526	546	565	308	297	290
	25,6	26,3	25,5	23,1	23,1	23,2	24,0	23,5	23,8	25,9	27,0	26,5	25,9	34,7	35,7	35,8



а) дорожка измерения микротвердости по слоям

б) отпечаток алмазной пирамиды

Рис. 5 - Изображения дорожки измерения микротвердости и отпечатка на фоне микроструктур упрочненной стали 65Г



точки 1-3 находятся в белом слое, точки 4-9 – в светлом нетравящемся слое, точки 10-13 – в переходном слое, точки 14-16 – в основе

Рис. 6 – Распределение микротвердости по слоям микроструктур стали 65Г после упрочнения

Анализ рисунка 6 показывает, что микротвердость белого слоя упрочненной стали 65Г составляет в среднем 559 HV0,2, в светлом слое микротвердость повышается до 692 HV0,2, далее в переходном слое снижается до 550 HV0,2 и плавно снижается до микротвердости основы – 298 HV0,2.

Результаты измерения твердости по Роквеллу и определения истинного сопротивления разрыву по опытным образцам приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Планирование лабораторного эксперимента по упрочнению образцов

Факторы процесса ЭМО		Функции отклика / нумерация образцов							
Сила тока	Сила прижатия инструмента	Твердость, HRC				Истинное сопротивление разрыву σ_r , МПа			
I, A	$F_{кз}, H$	1 серия	2 серия	3 серия	среднее	1 серия	2 серия	3 серия	среднее
800	100	32,7	38,7	27,7	33,0	521	525	525	524
	200	31,0	41,0	38,7	36,9	528	550	538	539
	300	16,0	26,3	22,7	21,7	917	637	788	781
1000	100	23,3	32,0	28,3	27,9	624	694	728	682
	200	36,8	38,3	34,7	36,6	650	525	590	588
	300	32,3	35,0	27,7	31,7	529	550	527	535
1200	100	35,3	43,5	33,7	37,5	643	573	613	610
	200	38,3	35,7	34,3	36,1	722	773	741	745
	300	39,2	37,3	30,0	35,5	637	614	555	602
Контроль		14,0	20,7	15,8	16,8	1094	1309	1250	1218

Графическая интерпретация и элементарные статистические характеристики твердости образцов до и после упрочнения приведены на рисунке 7.

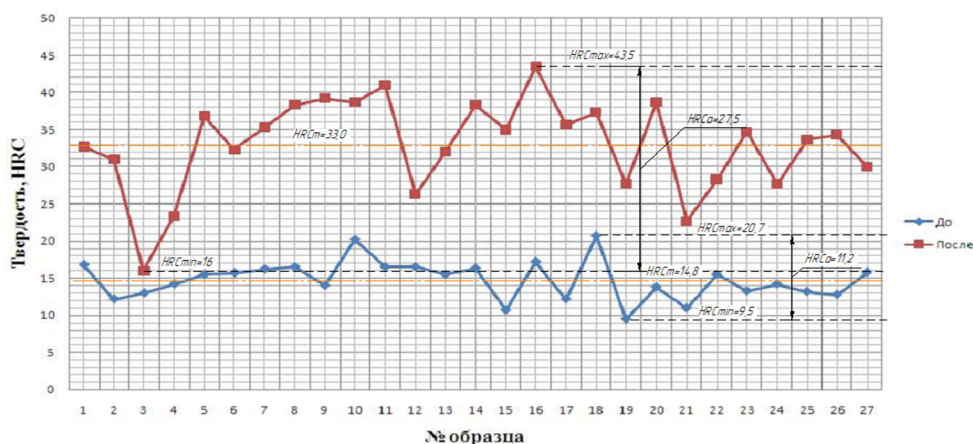


Рис. 7 – Результаты измерений твердости образцов и их статистические характеристики

Сопоставление средних значений показывает, что твердость после упрочнения увеличилась в 2,23 раза при более широком разбросе свойств.

На основании методики множественного регрессионного анализа получены следующие эмпирические регрессионные уравнения:

- для твердости

$$Y_1 = -91,4 + 0,256X_1 - 4,20 \cdot 10^{-2} \cdot X_2 - 1,34 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2 - 1,27 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_2 - 2,15 \cdot 10^{-4} X_2^2, \quad (2)$$

- для истинного сопротивления разрыву

$$Y_2 = 1690 - 2,00 \cdot X_1 + 1,55 \cdot X_2 + 8,59 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2 - 1,04 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 X_2 - 6,67 \cdot 10^{-4} X_2^2. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) достаточно определены по критерию Фишера, так как $F_{расч}=2,76 > F_{теор}=2,69$ – для твердости и $F_{расч}=91,188 > F_{теор}=9,014$ – для истинного сопротивления разрыву, включенными переменными при вероятности $P=0,95$. Анализ значимости коэффициентов по критерию Стьюдента подтверждает теоретическое исследование в части наибольшего влияния силы тока и незначительного влияния усилия прижатия инструмента на механические свойства упрочненных образцов.

Варьируя значениями силы тока в диапазоне $X_1=800...1200$ А с шагом 50 А и усилия прижатия в диапазоне $X_2=100...300$ Н с шагом 50 Н на основе эмпирических моделей (2) и (3) получены графические иллюстрации влияния силы тока на инструменте и усилия в контакте на твердость и истинное сопротивление разрыву образцов (рисунки 8 и 9).

Аналитическое решение уравнений (2) и (3), при критериальных условиях максимума функций отклика Y_1 и Y_2 , подтверждает графический анализ зависимостей и позволяет получить значения режимов электромеханического упрочнения:

- 1) по твердости поверхности - $X_1=1056$ А, $X_2=209$ Н;
- 2) по истинному сопротивлению разрыву - $X_1=800$ А, $X_2=300$ Н.

Таким образом, при необходимости упрочнения деталей, подверженных абразивному износу, с целью повышения твердости рабочей поверхности следует применять режимы по уравнению (2) [18].

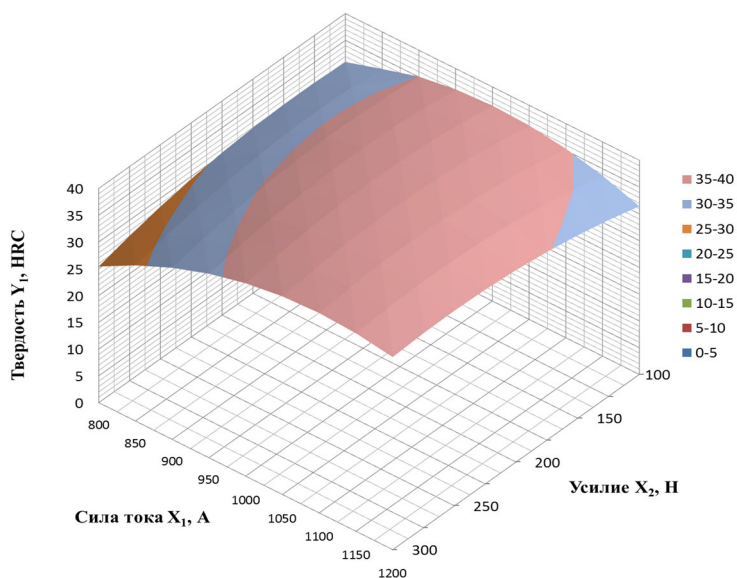


Рис. 8 – Зависимость твердости образцов от силы тока и усилия

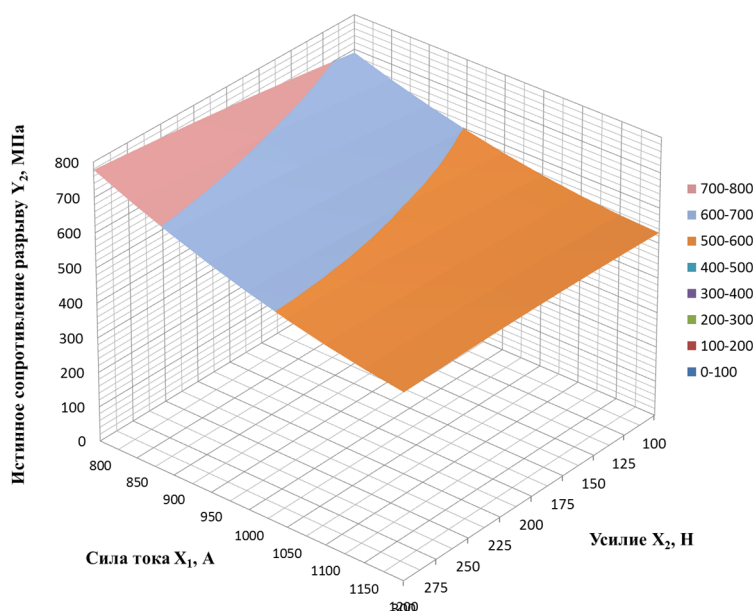


Рис. 9 – Зависимость истинного сопротивления разрыву образцов от силы тока и усилия

Выводы и перспективы исследований. На основании обобщения результатов эксперимента необходимо сделать следующие выводы.

1. Обзор существующих способов восстановления и упрочнения дисковых рабочих органов показал наличие трудоемких и дорогостоящих технологий, которые не имеют широкого применения.

2. На основании теоретического исследования параметров деталей и режимов электро-механической обработки (удельная теплоемкость и плотность металла, ширина высокотемпературной зоны, температура фазового превращения металла, глубина упрочнения, сила нормального давления при обработке, напряжение и сила электрического тока на инструменте) проведено предварительное обоснование режимов упрочнения лабораторных образцов.

3. Экспериментально отработана методика упрочнения образцов из стали 65Г с учетом влияния силы тока на упрочняющем ролике и усилия прижатия инструмента к детали. В результате обработки опытных данных получены регрессионные уравнения, на основании решения которых определены оптимальные значения силы тока и усилия, обеспечивающие наибольшие значения механических свойств по твердости рабочей поверхности. В результате

обобщения устанавливаем рекомендуемые режимы электромеханического упрочнения: $F_{эмo}=200\dots300$ Н, $I_{эмo}=1000\dots1100$ А.

4. Перспективы исследований электромеханического упрочнения на примере дисковых сошников сеялки СЗТ-3,6А заключаются в отработке технологического процесса упрочнения непосредственно на дисках.

Библиография

1. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Бахарев Д.Н. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 17-26.
2. Шарая О.А., Пастухов А.Г., Кравченко И.Н. Инженерия поверхности упрочненных деталей: монография. Серия «Научная мысль». М.: Инфра-М, 2020. 124 с.
3. Голубев И.Г., Лялякин В.П. Перспективы восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2016. № 4. С. 30–34.
4. Волков М.И. Оценка технического состояния сеялки СЗ-3,6А по износу дисков // В сборнике: Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. С. 21-25.
5. Волков М.И. Оценка прочности диска сошника сеялки СЗ-3,6А и закрепления конструкции в токарном станке // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский: ФГБОУВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 229-233.
6. Пастухов А.Г., Волков М.И. Разработка технологического процесса восстановления дисковых сошников // В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 15-16 ноября 2017 г.). Ч. I Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 69-74.
7. Кадырметов А.М. Плазменное нанесение покрытий в режиме модуляции электрических // Ремонт, восстановление, модернизация. 2013. № 10. С. 23-28.
8. Стрельцов В.В., Бондарев В.В. Упрочнение деталей индукционно-импульсной обработкой // Ремонт, восстановление, модернизация. 2012. №8. С. 20-23.
9. Кисель Ю.Е., Гурьянов Г.В., Кисель П.Е. Улучшение свойств износостойких композитов обработкой ТВЧ // Ремонт, восстановление, модернизация. 2011. № 1. С. 34-38.
10. Кроха В.А. Холодная пластическая деформация металлов как метод повышения их износостойкости // Ремонт, восстановление, модернизация. 2010. № 4. С. 23-30.
11. Кравченко И.Н., Коломейченко А.В., Соловьев Р.Б., Пулавцев И.Е. Исследование износостойкости плазменных покрытий в абразивной среде // Ремонт, восстановление, модернизация. 2016. №12. С. 20-22.
12. Пузырьков А.Ф., Кравченко И.Н., Коломейченко А.В., Путырская М.Ю., Осипков А.С. Новые подходы к повышению ресурса деталей машиностроения методами газотермического напыления наноструктурированных материалов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2014. № 6. С. 32-35.
13. Толстых Л.Г., Толстых А.Л., Вопнерук А.А. ЭИЛ быстрорежущей сталью на установках ИНТАЛ-1500 и ИНТАЛ-3000 // Ремонт, восстановление, модернизация. 2009. № 10. С. 17-21.
14. Зубченко А.С. и др. Марочник сталей и сплавов. М.: Изд-во: Машиностроение, 2003. 782 с.
15. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой. М.: Машиностроение, 1977. 184 с.
16. Erokhin M.N., Pastukhov A.G., Golubev I.G., Kazantsev S.P. Theoretical basis of justification of electromechanical hardening modes of machine parts. Engineering for rural development. Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, 2020, Vol. 19, pp. 147-152.
17. Пастухов А.Г., Волков М.И. Экспериментальные исследования электромеханической обработки образцов из стали 65Г // В сборнике материалов XV Международного форума молодежи «Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке». Харьков: ХНТУСХ, 2019. с. 81.
18. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Бережная И.Ш. [Экспериментальные исследования режимов электромеханического упрочнения детали типа «плунжер»](#) // Труды ГОСНИТИ. 2017. т. 129. с. 148-157.

References

1. Pastuhov A.G., Timashov E.P., Baharev D.N. Obobshchennaya ocenka osnovnykh faktorov pri proek-tirovaniy tekhniki i tekhnologiy v agroinzhenerii [Generalized assessment of the main factors in the design of equipment and technologies in agricultural engineering] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2021. № 1 (29). S. 17-26.
2. Sharaia O.A., Pastukhov A.G., Kravchenko I.N. Inzheneriya poverkhnosti uprochnennykh detalei: monografiia [Engineering the Surface of Reinforced Parts]. M.: INFRA-M, 2020. 124 s.
3. Golubev I.G., Lyalyakin V.P. Perspektivy vosstanovleniya detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Prospects for the restoration of agricultural machinery parts] // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2016. № 4. S. 30–34.
4. Volkov M.I. Ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya seyalki SZ-3,6A po iznosu diskov [Evaluation of the technical condition of the SZ-3,6 A seeder by disc wear] // V sbornike: Eksplyuatsiya avtotraktornoj i sel'skohozyajstvennoj tekhniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy: sbornik statej III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza: RIO PGAU, 2017. S. 21-25.

5. Volkov M.I. Ocenka prochnosti diska soshnika seyalki SZ-3,6A i zakrepleniya konstrukcii v tokarnom stanke [Evaluation of the strength of the SZ-3,6 A seeder coulter disc and the fixing of the structure in the lathe] // V sbornike: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy agroinzhenerii v XXI veke», posvyashchennoj 30-letiyu kafedry tekhnicheskoy mekhaniki konstruirovaniya mashin. Majsikij: FGBOUVO Belgorodskij GAU, 2018. S. 229-233.
6. Pastuhov A.G., Volkov M.I. Razrabotka tekhnologicheskogo processa vosstanovleniya diskovyh soshnikov [Development of a technological process for restoring disc coulters] // V sbornike: Problemy razvitiya tekhnologij sozdaniya, servisnogo obsluzhivaniya i ispol'zovaniya tekhnicheskikh sredstv v agropromyshlennom komplekse: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Rossiya, Voronezh, 15-16 noyabrya 2017 g.). CH. I Voronezh: FGBOU VO Voronezhskij GAU, 2017. S. 69-74.
7. Kadyrmetov A.M. Plazmennoe nanosenie pokrytij v rezhime modulyacii elektricheskikh [Plasma coating in the electric modulation mode] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2013. № 10. S. 23-28.
8. Strel'cov V.V., Bondarev V.V. Uprochnenie detalej indukcionno-impul'snoj obrabotkoj [Hardening of parts by induction-pulse treatment] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2012. №8. S. 20-23.
9. Kisel' YU.E., Gur'yanov G.V., Kisel' P.E. Uluchshenie svojstv iznosostojkih kompozitov obrabotkoj TVCH [Improving the properties of wear-resistant composites by HDPE treatment] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2011. № 1. S. 34-38.
10. Kroha V.A. Holodnaya plasticheskaya deformaciya metallov kak metod povysheniya ih iznosostojkosti [Cold plastic deformation of metals as a method of increasing their wear resistance] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2010. № 4. S. 23-30.
11. Kravchenko I.N., Kolomejchenko A.V., Solov'ev R.B., Pupavcev I.E. Issledovanie iznosostojkosti plazmennyyh pokrytij v abrazivnoj srede [Investigation of the wear resistance of plasma coatings in an abrasive environment] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2016. №12. S. 20-22.
12. Puzryakov A.F., Kravchenko I.N., Kolomejchenko A.V., Putyrskaya M.YU., Osipkov A.S. Novye podhody k povysheniyu resursa detalej mashinostroeniya metodami gazotermicheskogo napyleniya nanostrukturovannykh materialov [New approaches to increasing the service life of machine-building parts by gas-thermal sputtering of nanostructured materials] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2014. № 6. S. 32-35.
13. Tolstyh L.G., Tolstyh A.L., Vopneruk A.A. EIL bystrorezhushchej stal'yu na ustanovkah INTAL-1500 i INTAL-3000 [EIL with high-speed steel at INTAL-1500 and INTAL-3000 installations] // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. 2009. № 10. S. 17-21.
14. Zubchenko A.C. i dr. Marochnik stalej i splavov [Vintage Steel and Alloy Shop]. M.: Izd-vo: Mashinostroenie, 2003. -782 s.
15. Askinazi B.M. Uprochnenie i vosstanovlenie detalej elektromekhanicheskoy obrabotkoj [Hardening and restoration of parts by electro-mechanical treatment]. M.: Mashinostroenie, 1977. 184 s.
16. Erokhin M.N., Pastukhov A.G., Golubev I.G., Kazantsev S.P. Theoretical basis of justification of electromechanical hardening modes of machine parts. Engineering for rural development. Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, 2020, Vol. 19, pp. 147-152.
17. Pastuhov A.G., Volkov M.I. Eksperimental'nye issledovaniya elektromekhanicheskoy obrabotki obrazcov iz stali 65G [Experimental studies of electromechanical processing of samples made of 65G steel] // V sbornike materialov XV Mezhdunarodnogo foruma molodezhi «Molodezh' i sel'skohozyajstvennaya tekhnika v XXI veke». Har'kov: HNTUSKH, 2019. s. 81.
18. Pastuhov A.G., SHaraya O.A., Berezhnaya I.SH. Eksperimental'nye issledovaniya rezhimov elektromekhanicheskogo uprochneniya detali tipa «plunzher» [Experimental studies of electro-mechanical hardening modes of a "plunger" type part] // Trudy GOSNITI. 2017. t. 129. s. 148-157.

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

Шарая Ольга Александровна, 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: sharaya_oa@bsaa.edu.ru

Волков Михаил Иванович, аспирант 2 года обучения, инженерный факультет, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8-980-5251326, E-mail: volkov.mikhail2017@yandex.ru

Information about authors

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

Sharaya Olga Alexandrovna, candidate of technical sciences, associate professor at the department of technical mechanics and machinery design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-4722-391233, E-mail: sharaya_oa@bsaa.edu.ru

Volkov Mikhail Ivanovich, post-graduate student of 2 year of study, engineering faculty, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-980-5251326, E-mail: volkov.mikhail2017@yandex.ru

УДК 004.042

А.С. Брусенцов, М.И. Туманова, В.Д. Бакианский

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Аннотация. Пыль является вредным производственным фактором, действие которой отрицательно влияет на организм человека и может привести к профессиональным заболеваниям. С целью безопасности жизнедеятельности на производственных помещениях, очистки наружного воздуха от пыли и микроорганизмов, при проектировании производственных объектов, предусматривают системы вентиляции. Для очистки подаваемого в помещения воздуха от пыли в приточных камерах применяют специальные фильтры. Основными характеристиками пылеуловителей являются пропускная способность, общий коэффициент очистки воздуха, удельная пылеемкость. При проектировании систем большое значение имеет правильный, быстрый расчет технологических характеристик, позволяющий выбрать эффективное оборудование, способное сохранить здоровье работающих, значительно уменьшить вредное воздействие такого производственного фактора, как пыль. В статье рассматривается вопрос применения электронно-вычислительных средств при расчете продолжительности эксплуатации без замены или регенерации фильтрующего материала ячеяковых фильтров, в процессе проектирования системы очистки наружного воздуха от пыли в различных производственных отраслях. Перспективным направлением является создание программных продуктов на известных и широко распространённых языках кодировок таких как C++ и C#. Представлен фрагмент вычислительного модуля программы. Расчет произведен по известной методике расчета основных характеристик фильтров. Также представлен расчет рукавных фильтров по известной методике используя программу для работы с электронными таблицами Microsoft Excel. Представлен листинг программы и результаты расчета.

Ключевые слова: фильтр, оборудование, безопасность, расчёт, программа, очистка, пыль

AUTOMATED CALCULATION OF FILTERING ELEMENTS FOR VENTILATION IN INDUSTRIAL SPACES

Abstract. Dust is a harmful production factor, the action of which adversely affects the human body and can lead to occupational diseases. For the purpose of life safety in production facilities, cleaning the outside air from dust and microorganisms, when designing production facilities, ventilation systems are provided. To clean the air supplied to the premises from dust in the supply chambers, special filters are used. The main characteristics of dust collectors are throughput, overall air purification factor, specific dust holding capacity. When designing systems, the correct, quick calculation of technological characteristics is of great importance, allowing you to choose effective equipment that can preserve the health of workers, significantly reduce the harmful effects of such a production factor as dust. The article discusses the use of electronic computing means when calculating the duration of operation without replacing or regenerating the filtering material of cell filters, in the process of designing a system for cleaning outdoor air from dust in various industrial sectors. A promising direction is the creation of software products in well-known and widespread encoding languages such as C++ and C#. A fragment of the computational module of the program is presented. The calculation was performed according to the well-known method for calculating the main characteristics of the filters. Also presented is the calculation of bag filters according to a well-known technique using a program for working with electronic tables Microsoft Excel. The listing of the program and the calculation results are presented.

Keywords: filter, equipment, safety, calculation, program, cleaning, dust

Введение. В текстильной, горнодобывающей промышленности [2], машиностроении, сельском хозяйстве [8], [9], [10] пыль является самым распространенным опасным и вредным производственным фактором. Пыль легко проникает в легкие, оседая, вызывают разрастание соединительной ткани, нарушая первый иммунный барьер и открывая путь инфекциям и аллергенам. Анализ технических средств [4], [5], [6] показал, что пылеулавливающие устройства по степени очистки делятся на грубую, среднюю и тонкую очистки, при этом в зависимости от степени очистки коэффициент пылеулавливания, характеризующий эффективность варьирует в пределах от 50 до 99,9 процентов. Самыми эффективными являются средства ячеяковые фильтры (рисунок 1).

Для очистки подаваемого в помещения воздуха от пыли [7] в приточных камерах при проектировании объектов применяют специальные фильтры (масляные, бумажные, тканевые и др.), устанавливая их до калориферов (по направлению потока воздуха) [1].

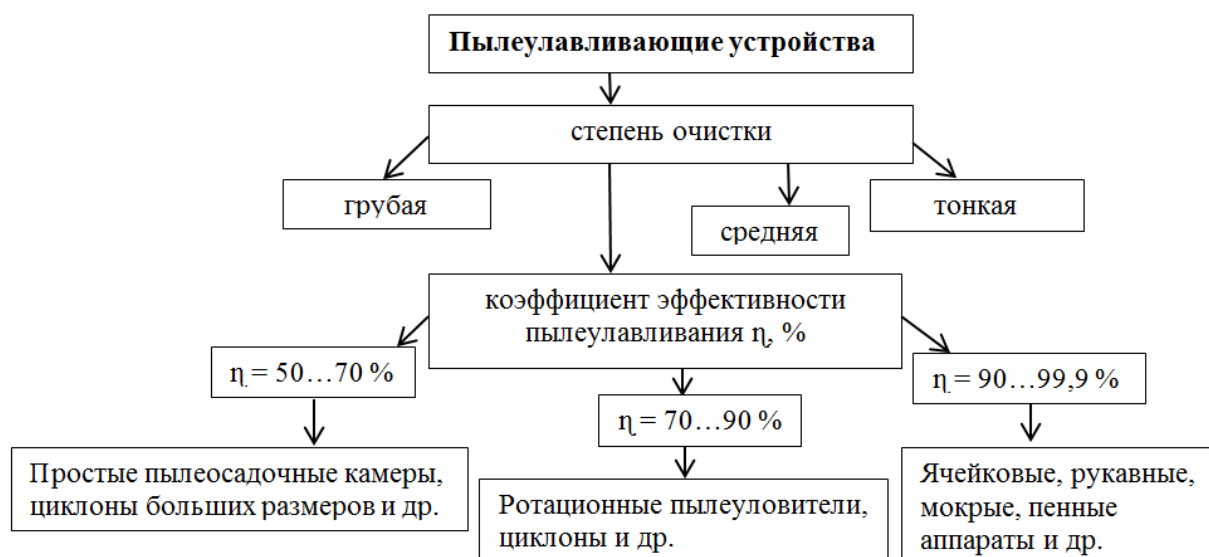


Рис.1 - Классификация пылеулавливающих устройств

В системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха применяют ячейковые фильтры при концентрации пыли до 10 мг/м^3 .

Объект и методы исследования. Успешное решение задач и расчётов при проектировании производственных объектов осуществляется благодаря современным инновационным технологиям, которые в кратчайшие сроки и с наименьшими ошибками помогают подобрать оборудование и решить сложные проектировочные задачи. Для расчета продолжительности эксплуатации фильтров без замены или регенерации фильтрующего материала ячейковых фильтров существует известная методика расчета

Основные характеристики пылеуловителей: пропускная способность ($\text{м}^3/\text{ч}$), общий коэффициент очистки воздуха (%), удельная пылеемкость (кг/м^2), гидравлическое сопротивление (Па).

Определяют допустимую концентрацию пыли в приточном воздухе, мг/м^3 [1]:

$$C_{\text{пр}} = 0,3C_{\text{пдк}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м^3 .

Требуемая эффективность очистки воздуха от пыли, % [1]:

$$\eta = 100(C_0 - C_{\text{пр}})/C_0, \quad (2)$$

где C_0 – концентрация пыли в очищаемом воздухе, мг/м^3 .

Зная пропускную способность одного фильтра, рассчитывают необходимое число фильтров [1]:

$$n = \frac{Q}{q}, \quad (3)$$

где Q – расход очищаемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, q – пропускная способность одного ячейкового фильтра, $\text{м}^3/\text{ч}$ [1].

Суммарная площадь фильтрующей поверхности, м^2 :

$$S = abn, \quad (4)$$

где a, b – размеры поперечного сечения фильтра, м.

Суммарная пылеемкость фильтров, г [1]:

$$\Pi = pS, \quad (5)$$

где p – удельная пылеемкость фильтра, г/м^2 .

Продолжительность эксплуатации фильтров без замены или регенерации фильтрующего материала, ч [1]:

$$t = 1000\Pi / [(C_0 - C_{\text{пр}})/Q]. \quad (6)$$

Цель исследования – разработать программы для ЭВМ для расчета рукавных используя программу для работы с электронными таблицами Microsoft Excel и ячейковых фильтров для очистки воздуха от пыли на языке программирования C# на платформе .NET Framework

Алгоритм изображен в виде общей схемы, по которой работает вычислительный модуль (рисунок 2).

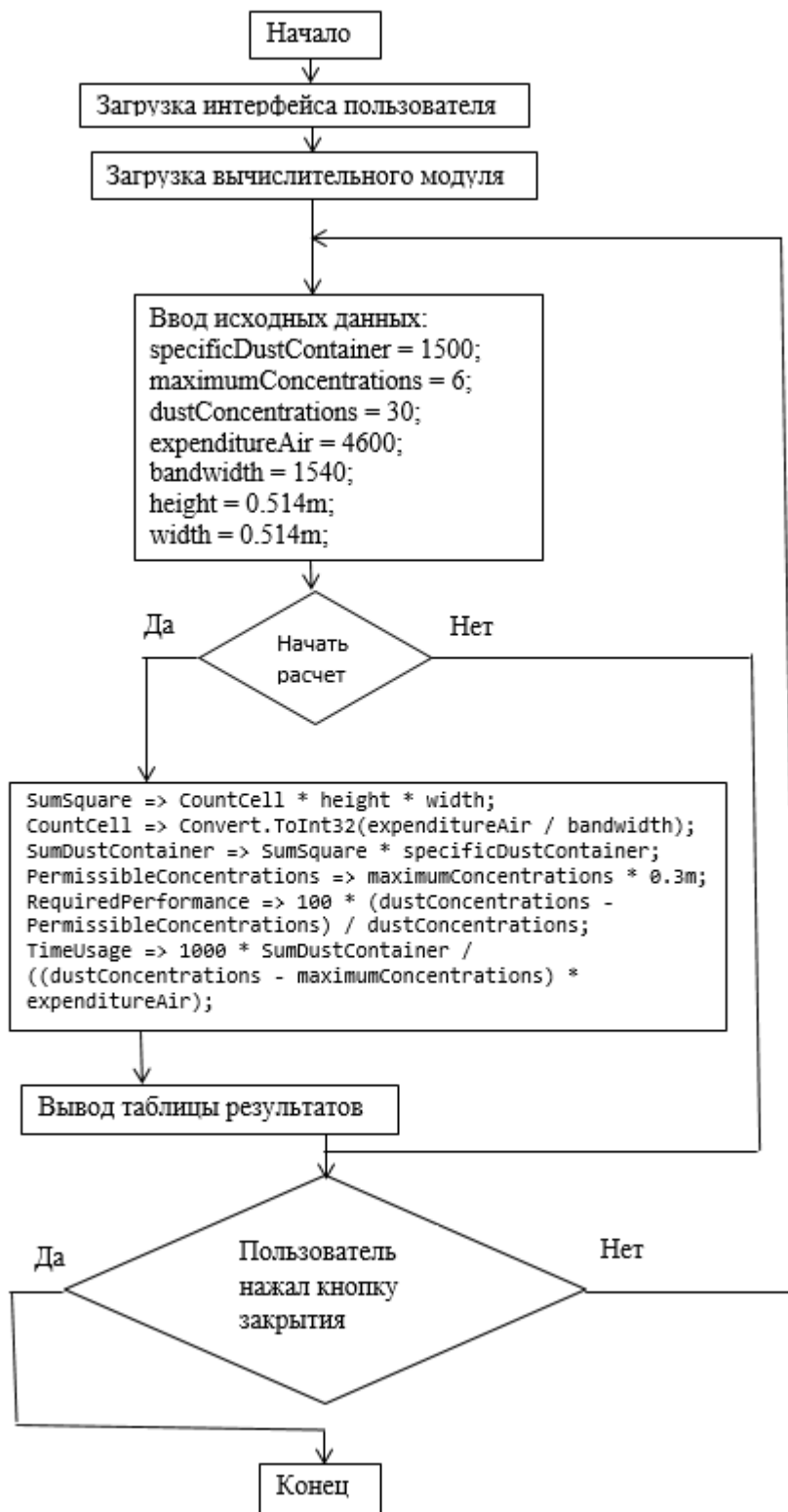


Рис.2 - Алгоритм работы вычислительного модуля

Результаты и обсуждение. Рассмотрим использование ЭВМ при расчете ячейковых фильтров. Разработанная программа позволяет изменять все имеющиеся входные данные в

зависимости от используемого оборудования и объема очищаемого помещения, а именно значения: предельно допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны, концентрации пыли в очищаемом воздухе, пропускной способности одного ячейкового фильтра расход очищаемого воздуха, размеры фильтра, удельной пылеемкости.

Рассмотрим листинг программы с кодом вычислительного модуля, осуществляющего вычисления, и частичный код окна взаимодействия:

```
public class CellFiltersCalculation {

    private decimal specificDustContainer = 1500;

    private decimal maximumConcentrations = 6;

    private decimal dustConcentrations = 30;

    private decimal expenditureAir = 4600;

    private decimal bandwidth = 1540;

    private decimal height = 0.514m;

    private decimal width = 0.514m;

    public decimal SpecificDustContainer {

        get => specificDustContainer;

        set {

            if (value.GetType() == typeof(decimal)) specificDustContainer = value;

            else throw new FormatException("Неверный тип!");

        }

    }

    public decimal MaximumConcentrations {

        get => maximumConcentrations;

        set {

            if (value.GetType() == typeof(decimal)) maximumConcentrations = value;

            else throw new FormatException("Неверный тип!");

        }

    }

    public decimal DustConcentrations {
```

```
    get => dustConcentrations;

    set {
        if (value.GetType() == typeof(decimal)) dustConcentrations = value;
        else throw new FormatException("Неверный тип!");
    }
}

public decimal ExpenditureAir {
    get => expenditureAir;

    set {
        if (value.GetType() == typeof(decimal)) expenditureAir = value;
        else throw new FormatException("Неверный тип!");
    }
}

public decimal Bandwidth {
    get => bandwidth;

    set {
        if (value.GetType() == typeof(decimal)) bandwidth = value;
        else throw new FormatException();
    }
}

public decimal Height {
    get => height;

    set {
        if (value.GetType() == typeof(decimal)) height = value;
        else throw new FormatException("Неверный тип!");
    }
}
```

```

    }
}

public decimal Width {
    get => width;

    set {
        if (value.GetType() == typeof(decimal)) width = value;
        else throw new FormatException("Неверный тип!");
    }
}

public decimal SumSquare => CountCell * height * width;
public int CountCell => Convert.ToInt32(expenditureAir / bandwidth);
public decimal SumDustContainer => SumSquare * specificDustContainer;
public decimal PermissibleConcentrations => maximumConcentrations * 0.3m;
public decimal RequiredPerformance => 100 * (dustConcentrations - PermissibleConcentrations) / dustConcentrations;

public decimal TimeUsage => 1000 * SumDustContainer / ((dustConcentrations - maximumConcentrations) * expenditureAir);

```

В качестве примера произведен расчет продолжительности эксплуатации фильтров без регенерации фильтрующего материала с входными и выходными данными, представленными на рисунке 3.

Рис.3 - Результаты расчета продолжительности эксплуатации ячейковых фильтров

Таким образом, при заданных входных параметрах по результатам вычислений требуемая эффективность составляет 94 %.

В рукавных фильтрах очистка воздуха от пыли происходит в процессе фильтрации через ткань, сшитую в виде отдельных рукавов и встроенную в герметичный корпус.

Основные параметры рукавного фильтра марки ФВК-30 представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика рукавного фильтра ФВК-30

Марка фильтра	Площадь поверхности фильтрации, м ²		Диаметр рукава, мм	Длина рукава, мм	Масса фильтра, кг
	общая	рабочая			
ФВК-30	30	15	135	2060	1053

Рукавные фильтры рассчитывают по известной методике: вычисляют площадь фильтрации, определяют число рукавов, а затем воздушную нагрузку на ткань.

Рассмотрим пример расчета при помощи ЭВМ, используя программу для работы с электронными таблицами Microsoft Excel представленными на рисунке 4.

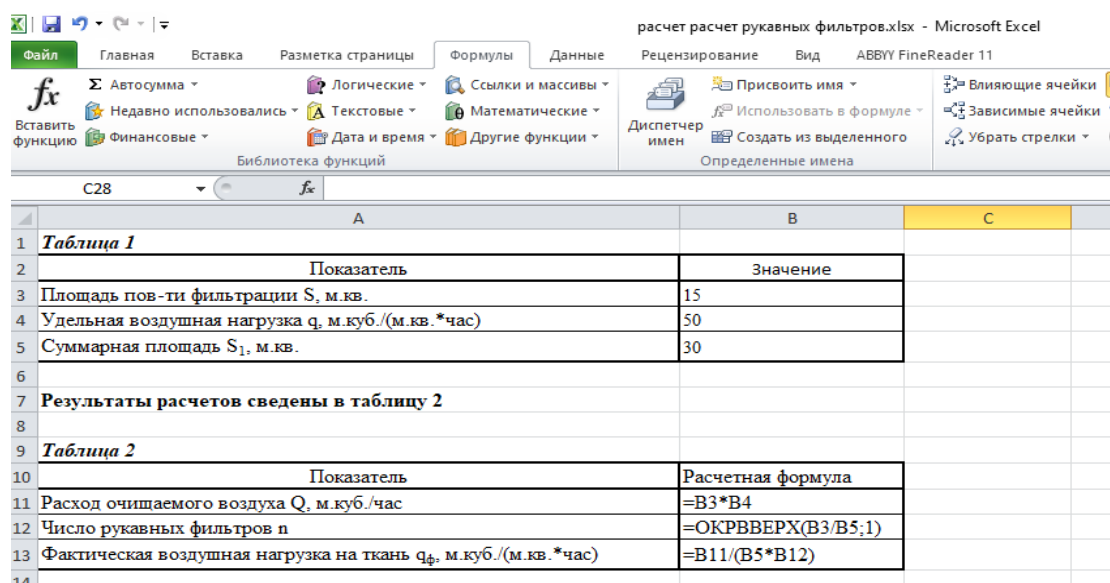


Рис.4 - Пример расчета ячейковых фильтров при помощи электронных таблиц Microsoft Excel

Заключение. Таким образом, использование ЭВМ при проектировании производственных объектов позволяет ускорить процесс проектирования производственных объектов и улучшить его качество за счет применения современных расчетно-оптимизационных методов, снизить трудовые и материальные затраты на проектирование. Использование информационных технологий позволит сократить экономические потери предприятия за счет установки оборудования для своевременного проведения профилактических мероприятий по предотвращению профессиональных заболеваний работников и несчастных случаев на производстве.

Библиография

1. Курдюмов В.И., Зотов Б.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности: учеб. пособие / М.: КолосС. 2005. 216 с.
2. Пылеуловители, пылеулавливающие агрегаты и устройства // <https://bi-teh.ru/> URL: https://bi-teh.ru/biblioteka/sistemy_aspiracii/pyleuloviteli/ (дата обращения 27.01.21).
3. Воздухоочистка на предприятии и выбор пылеочистного устройства // <http://www.topclimat.ru/> URL: http://www.topclimat.ru/publications/air_purification_and_choosing_air_purificator.html (дата обращения 27.01.21).
4. Петунина, И.А., Котелевская Е.А. Оптико-электронное распознавание початков кукурузы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. №1 (29). С. 79-82.
5. Петунина, И.А., Котелевская Е.А. Использование цветowych кодов для разделения початков кукурузы при сортировании // Международный научный журнал. 2015. №4. С.61-63.

6. Tumanova M.I., Frolov V.Yu, Sysoev D.P., Morozova N.Yu. Theoretical aspects of the process grinding stalk feed chopper with a disk working body / V.J Frolov., D.P. Sysoev, M.I. Tumanova, N.Yu. Morozova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Т.6. № 6. Pp. 13440-13444.
7. Пыль в воздухе. Измерение запыленности // <http://www.academlab.ru> / URL: <http://www.academlab.ru/services/air-analysis/pyil-v-vozdue/> (дата обращения 27.01.21).
8. Брусенцов А.С. К вопросу совершенствования измельчителя соломы на зерноуборочном комбайне // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 71 –й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год. 2016. С. 196-197.
9. Фролов В. Ю., Сысоев Д. П., Туманова М. И. Повышение эффективности производства живого скота // Британский журнал инноваций в науке и технике. 2016. №1. С. 25-34.
10. Гаврилов М.Д., Туманова М.И., Сысоев Д.П., Фролов В.Ю. Раздатчик-измельчитель рулонной заготовки // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых преподавателей по итогам НИР за 2016 год. 2016. С. 330-331.

References

1. Kurdyumov V.I., Zotov B.I. *Proyektirovaniye i raschet sredstv bezopasnosti: ucheb. posobiye* [Design and calculation of security means: textbook. allowance] / М: KolosS. 2005. 216 S.
2. Pyleuloviteli, pyleulavlivayushchiye agregaty i ustroystva [Dust collectors, dust collecting units and devices] // <https://bi-teh.ru/> URL: https://bi-teh.ru/biblioteka/sistemy_aspiracii/pyleuloviteli/ (data obrashcheniya 27.01.21).
3. *Vozdukhoochistka na predpriyatii i vybor pyleochistnogo ustroystva* [Air cleaning in the enterprise and the choice of a dust cleaning device] // <http://www.topclimat.ru> / URL: [http://www.topclimat.ru/publications/air purification and choosing air purificator.html](http://www.topclimat.ru/publications/air_purification_and_choosing_air_purificator.html) (data obrashcheniya 27.01.21).
4. Petunina, I. A., Kotelevskaya, E. A. Optiko-elektronnoye raspoznavaniye pochatkov kukuruzy [Optical-electronic recognition of corn cobs] // Bulletin of the Ryazan state agrotechnological University. No. 1 (29). S. 79-82.
5. Petunina, I. A., Kotelevsky E. A. Using color codes to separate corn cobs when sorting [Use color codes to separate the corn cobs when sorting] // International scientific journal. 2015. No. 4. S. 61-63.
6. Tumanova M.I., Frolov V.Yu, Sysoev D.P., Morozova N.Yu. Theoretical aspects of the process grinding stalk feed chopper with a disk working body / V.J Frolov., D.P. Sysoev, M.I. Tumanova, N.Yu. Morozova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Т.6. № 6. S. 13440-13444.
7. Pyl' v vozdukh. Izmereniye zapylennosti [Dust in the air. Dust measurement] // <http://www.academlab.ru> // URL: <http://www.academlab.ru/services/air-analysis/pyil-v-vozdue/> (data obrashcheniya 27.01.21).
8. Brusentsov A. S. K voprosu sovershenstvovaniya izmel'chitelya solomy na zernouborochnom kombayne [On the issue of improving the straw shredder on a combine harvester] // Collection of articles based on the materials of the 71st scientific and practical conference of teachers on the results of research in 2015. S. 196-197.
9. Frolov V.Yu, Sysoev D.P., Tumanova M.I. Povysheniye effektivnosti proizvodstva zhivogo skota [Improvement of the livestock production efficiency] // British Journal of Innovation in Science and Technology. №1. S. 25-34.
10. Gavrilov M. D., Tumanova M. I., Sysoev D. P., Frolov V. Yu. Razdatchik-izmel'chitel' rulonnoy zagotovki [Distributor-shredder of rolled billets] // in the collection: Scientific support of the agro-industrial complex. Collection of articles based on the materials of the IX all-Russian conference of young scientists and teachers based on the results of research in 2016. 2016. S. 330-331.

Сведения об авторах

Брусенцов Анатолий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры процессы и машины в агробизнесе, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7 (861) 221-59-31, e-mail: anatoley31@mail.ru

Туманова Марина Ивановна, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры механизации животноводства и БЖД, ФГБОУ ВО КубГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7-905-40-38-134, e-mail: tumanova-kgau@mail.ru

Бакшанский Владислав Дмитриевич, студент кафедры информационных систем, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7-964-920-23-26, +7-952-867-48-41, e-mail: vbakshanskij2000@gmail.com

Information about authors

Brusentsov Anatoly Sergeyevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of processes and machines in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T.Trubilin», 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7 (861) 221-59-31, e-mail: anatoley31@mail.ru

Tumanova Marina Ivanovna, candidate of technical Sciences, senior lecturer of the Department of mechanization of animal husbandry and bzhd, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T.Trubilin», 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7-905-40-38-134, e-mail: tumanova-kgau@mail.ru

Baksansky Vladislav Dmitrievich, student Department of information systems, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T.Trubilin», 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7-964-920-23-26, +7-952-867-48-41, e-mail: vbakshanskij2000@gmail.com

УДК 621.8:531.4

С.М. Гайдар, А.Б. Лагузин, А.Г. Пастухов, А.М. Пикина

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФРИКЦИОННО-ИЗНОСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИБОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Аннотация. Долговечность работы силовых установок и передач определяется трением и износом в трибосопряжениях, в которых широко применяют различные смазочные материалы, обладающие малым сопротивлением сдвигу. Для разработки и оценки методов и средств повышения износостойкости деталей пар трения силовых установок и передач целесообразно проводить эксплуатационные испытания, которые дают полную картину факторов влияющих на трение и износ, а также позволяют адекватно оценить эффективность смазочных материалов для повышения износостойкости сопряжений и улучшения эксплуатационных характеристик. При эксплуатационных испытаниях задачей является измерение трибологических характеристик трибосистем: момента трения и скорости изнашивания, объемной температуры в неподвижном элементе фрикционной пары и температуры смазочной среды. Для исследования процессов происходящих в трибосистемах использовано физическое моделирование, где модель и оригинал связаны теоретической зависимостью в виде расчетного масштабного фактора. Моделирование пары трения реализовано с использованием законов подобия, процесс реализуется на машине трения. При испытаниях в качестве смазочной среды применено штатное масло и масло с присадкой. По результатам первого этапа получены значения максимальной температуры в трибосистеме при различных режимах испытания, а также влияние антифрикционной присадки на трибологические процессы. Физическая модель позволила получить значения фрикционно-износных характеристик для различных режимов эксплуатации. В результате испытаний получены следующие данные: снижение максимальной температуры составило 16%, момента трения на 8,2%, износа в 6,2 раза. В работе научно-обосновано использование метода физического моделирования взамен математического моделирования процессов происходящих в трибосистемах из-за большой сложности описания их математическими выражениями. Для решения поставленной задачи применен комплексный подход: формирование базы данных (зависимости температуры от режимов эксплуатации) с использованием оригинальной трибосистемы (редуктор силовой передачи) и дальнейшее их использование применительно к физической модели.

Ключевые слова: физическая модель, трибосистема, трибосоединение, трение, износ, смазочные материалы, эксплуатационные характеристики.

PREDICTION OF FRICTION-WEAR CHARACTERISTICS OF TRIBOSYSTEMS USING PHYSICAL SIMULATION OF CONTACT INTERACTION OF MOBILE CONNECTIONS

Abstract. The durability of power plants and gears is determined by friction and wear in tribal stresses, in which various lubricants with low shear resistance are widely used. In order to develop and evaluate methods and means for increasing the wear resistance of parts of friction pairs of power plants and gears, it is advisable to conduct operational tests that give a complete picture of the factors affecting friction and wear, as well as allow an adequate assessment of the effectiveness of lubricants to increase the wear resistance of conjugates and improve performance. During operational tests, the task is to measure the tribological characteristics of tribosystems: the friction moment and wear rate, the volume temperature in the fixed element of the friction pair and the temperature of the lubricating medium. To study the processes occurring in tribosystems, physical modeling is used, where the model and the original are connected by a theoretical dependence in the form of a calculated scale factor. The simulation of the friction pair is implemented using similarity laws, the process is implemented on a friction machine. During tests standard oil and oil with additive are used as lubricating medium. According to the results of the first stage, the maximum temperature in the tribosystem was obtained under various test modes, as well as the effect of antifricition additive on tribological processes. The physical model made it possible to obtain values of friction-wear characteristics for various operating modes. As a result of the tests, the following data were obtained: a decrease in the maximum temperature was 16%, the friction moment by 8.2%, wear by 6.2 times. In the work, the use of the method of physical modeling instead of mathematical modeling of processes occurring in tribosystems is scientifically justified due to the great difficulty of describing them with mathematical expressions. To solve the problem, an integrated approach was applied: the formation of a database (dependence of temperature on operation modes) using the original tribosystem (power transmission reduction gear) and their further use in relation to the physical model.

Keywords: physical model, tribosystem, tribojoint, friction, wear, lubricants, operational characteristics.

Введение. Физическое моделирование позволяет проводить исследования физически подобных процессов на оригинальных узлах трения или на моделях меньших геометрических размеров, сохраняющих физическую природу явлений с использованием расчетных ко-

эффицентом перехода от модели к оригиналу. Расчетные коэффициенты учитывают параметры характеризующие процесс, систему, установку, находящиеся в отношении подобия к оригинальному объекту. Сопоставление результатов исследований на модели и оригинале осуществляется на основе анализа подобия [1, 2].

Подобие подразумевает взаимно-однозначное соответствие между моделью и оригиналом, при котором функции перехода от параметров, характеризующих один из объектов к другим параметрам - известны, а математические описания этих объектов могут быть преобразованы в тождественные. Одной из задач теории подобия и теории моделирования является выбор метода, направленного на получение, анализ и обработку информации об элементах трибосистемы взаимодействующих между собой и внешней средой. Для описания физических моделей необходима мера, позволяющая перейти от условного графического описания модели к ее количественной оценке. Она определяет тождество между качественной и количественной стороной модели. Все качественные показатели (износостойкость, коэффициент трения и т.д.), характеризующие триботехнические свойства узла трения, обладают количественными значениями. Именно мера определяет, в каких границах изменение количества ведет к изменению качества [3, 4].

В основу физического моделирования трибосистемы положен метод размерности. Для использования метода размерности необходимо иметь значения элементов пары трения: плотность материала, скорость, нагрузку, геометрические размеры. Критерии, предложенные А.В. Чичинадзе с учетом метода размерности для пары трения - это отношение номинальных площадей трения к характерному размеру элементов пары трения. Характерный размер элементов пары трения - это отношение площади свободной (не находящейся в контакте) поверхности элемента пары трения к его объему [5].

Теория физического подобия базируется на трех теоремах [3], для нашего случая может быть использована первая теорема подобия - явления имеют одинаковые критерии подобия. В данном случае под критерием подобия подразумевается безразмерный комплекс физических величин. Так в источнике [2] приведен пример - при геометрическом подобии отношение ширины подшипника к его диаметру для оригинала и модели должно быть одним и тем же. Моделирование сложных трибосистем требует особенного подхода в связи с необходимостью разбивки ее, на отдельные модели, описывающие разнородные процессы.

Ускоренные испытания в нашем случае требуют ряд ограничений, в частности, в виде равенства для модели и оригинала критериев, характеризующих контактирование пар трения [5, 6]. Следует также учитывать масштабный фактор температуры, структуру материалов пар трения и смазочного материала трибосистемы. Очень важно при моделировании найти оптимальные размеры объектов для выполнения условия минимума времени эксперимента и относительной погрешности эксперимента. Основными параметрами при испытании трибосистем являются нагрузка, скорость, сила трения, износ, температура [7].

Методология создания моделей сложных трибосистем заключается в организации вычислительного процесса и представления результатов. Программа является оператором формирующим массив (базу) данных и обеспечивающим связь с другими базами данных, а также должна быть реализована возможность обработки базы данных и представления их результатов графически. Проверка адекватности модели реализуется в процессе сравнения полученных данных с использованием модели и экспериментальных данных.

Материалы и методы. Решение обратной тепловой задачи осуществляется на базе информации о температуре, определение которой легко реализовать в режиме натурального эксперимента.

В работе предлагается решить данную задачу в два этапа.

1. Измерение температуры в трибосопряжении при различных режимах эксплуатации и формирование базы данных. В качестве модели используется задний редуктор.

2. Физическая модель с использованием уменьшенной модели пары трения для определения триботехнических характеристик: коэффициента трения и износа. Пара трения моделируется с использованием законов подобия, и процесс реализуется на машине трения.

Для определения изменения температуры в заднем редукторе силовой передачи (СП) при различных режимах движения, структурная схема представлена на рисунке 1.

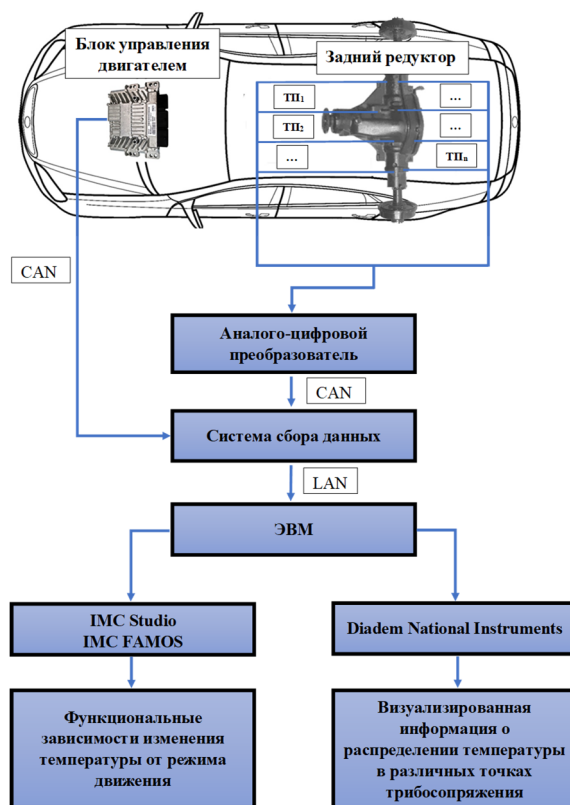


Рис. 1 - Структурная схема для определения температуры в редукторе при различных режимах эксплуатации (ТП_n – термомпара, n=10 – количество термомпар)

Измерение температуры осуществляется посредством термопар (ТП) в количестве 10 штук, закрепляемых на корпусе заднего редуктора. Сигнал с ТП поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), выполняющий преобразование входного аналогового сигнала в дискретный код (цифровой сигнал). Оцифрованный сигнал с АЦП поступает на систему сбора данных IMC CRONOSflex CRFX-400, производящей хранение и передачу данных на ЭВМ в режиме реального времени по LAN, либо с помощью флеш накопителя. ЭВМ используется также для задания перечня фиксируемых измерительной системой параметров.

Данная система обеспечивает считывание параметров движения автомобиля по CAN шине, посредством подключения к блоку управления двигателем. Основным запрашиваемым показателем является скорость движения ТС. Частоты дискретизации составляет до 100 тыс. выборок в секунду для каждого канала, производительность до 2 млн. слов в секунду и беспрепятственная синхронизация нескольких устройств IMC обеспечивают контроль от 4 до более чем 4000 каналов.

Широкий спектр возможностей последующей обработки данных достигается, в том числе за счет программного обеспечения (ПО) IMC Studio, которое позволяет выполнять интуитивно понятную настройку систем, упрощает реализацию графического представления и подготовку отчетов, а также проводит вычисления в реальном масштабе времени с использованием персонального компьютера. После получения всех запрашиваемых параметров осуществляется их обработка посредством ПО IMC Studio и IMC FAMOS, а также проводится сортировка данных. Таким образом, осуществляется вывод натуральных значений температуры заднего моста в виде графических зависимостей в различных режимах.

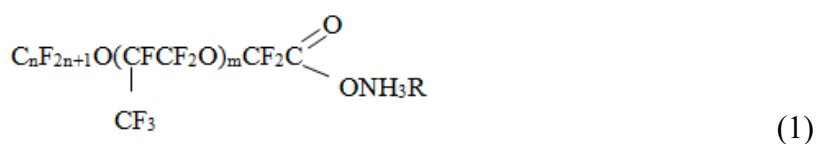
Собранные таким методом испытательные данные используются также для построения 3D модели изменения температур в заднем мосту на различных режимах эксплуатации транспортного средства (ТС), посредством программы Diadem National Instruments. Подго-

товленная конечно-элементная модель импортируется в данное ПО с последующим наложением точек крепления ТП. Результатом работы является сформированная визуализированная 3D-модель изменения температуры в заднем мосту. Визуализация информации позволяет анализировать распределение температурных полей в объеме трибосистемы.

Для физической модели позволяющей определить фрикционно-износные характеристики деталей пар трения использован критерий подобия, в нашем случае - равенство отношений номинальных площадей к характерному размеру элементов пары трения модели и оригинала. С учетом этого критерия были изготовлены пара трения диск-колодка. Испытания проводились на машине трения, где пара трения помещалась в смазочную среду. В качестве смазочной среды использовали масло Mobilube 1 SHC 7590 и композицию масла с фтор-ПАВ (0,5%). Эксперимент заключался в приложении нормальных сил и фиксацией температуры.

Частота вращения вала была выбрана из условия гарантированного отсутствия гидродинамического режима смазки, в нашем случае составила 100 мин^{-1} . Рассмотрен режим испытаний горная дорога и проведены два опыта. Первый опыт - моторное масло без присадки, прикладывая нагрузку фиксировали температуру в районе $98 \text{ }^\circ\text{C}$, измеряли момент трения, коэффициент трения и скорость изнашивания в трехкратной повторности. Второй опыт - реализован с моторным маслом и антифрикционной присадкой (АП) при температуре около $79 \text{ }^\circ\text{C}$. Данные по значениям объемной температуры в трибосопряжении позволили создать физическую модель с использованием машины трения (элементами пары трения являются «диск – колодка»), которая позволяет определить триботехнические характеристики при заданных значениях температур.

Для испытаний в качестве смазочного материала было использовано штатное масло Mobilube 1 SHC 7590 и присадка поверхностно-активного вещества со структурной формулой:



где R – алифатический предельный углеводородный радикал $\text{C}_y\text{H}_{2y+1}$, $y=10\dots24$.

Соединения с фторуглеродным радикалом дают возможность широко их использовать в качестве основы антифрикционных, противозадирных присадок в различных смазочных композициях и гидравлических жидкостях с широким спектром действия (противоизносные, антикоррозионные), в широком диапазоне температур ($-35\dots450^\circ\text{C}$) и с большим сроком их действия.

Фтор-ПАВ, адсорбируясь на твердых поверхностях, снижают их поверхностную энергию от $1800-6000 \text{ } \mu\text{H}/\text{м}$ до $4-6 \text{ } \mu\text{H}/\text{м}$, коэффициент трения в 10-20 раз, момент трения покоя в $100-10^4$ раз, повышают тенгенциональное усилие сдвига масла или углеводородной жидкости на твердой поверхности в 70-75 раз, они имеют высокую упругость пара, равную $10^{-13}-10^{-14}$ торр, термостабильны до температуры 450°C , не горючи, взрыво-пожаробезопасны и не токсичны (4 кл. опасности). Важным достоинством заявляемых соединений является их доступность и возможность получения их производных с различной растворимостью и эмульгирующей способностью в смазочных маслах [8].

Результаты и их обсуждение. Места установки датчиков температуры представлены на рисунке 2, а измерительные приборы и средства регистрации представлены в таблице 1. Результаты испытаний с оценкой влияния режимов эксплуатации на температурные режимы СП представлены на рисунках 3-8 и в таблицах 2-4.

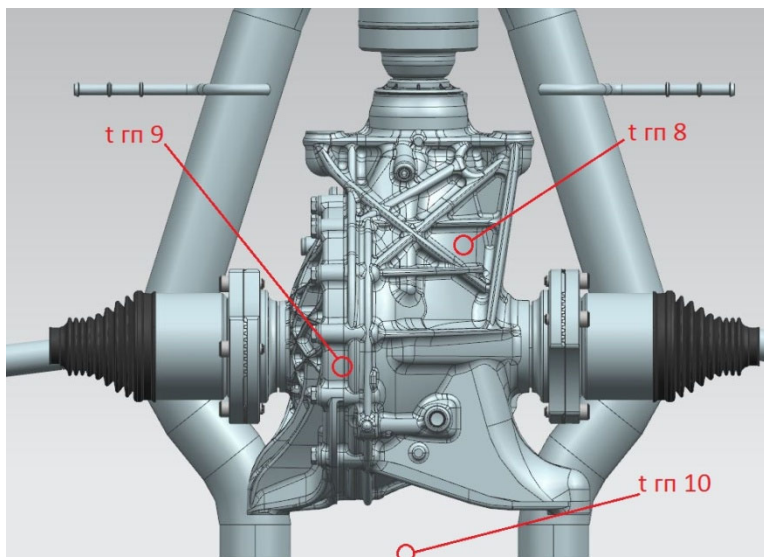


Рис. 2 - Места установки датчиков температуры силовой передачи

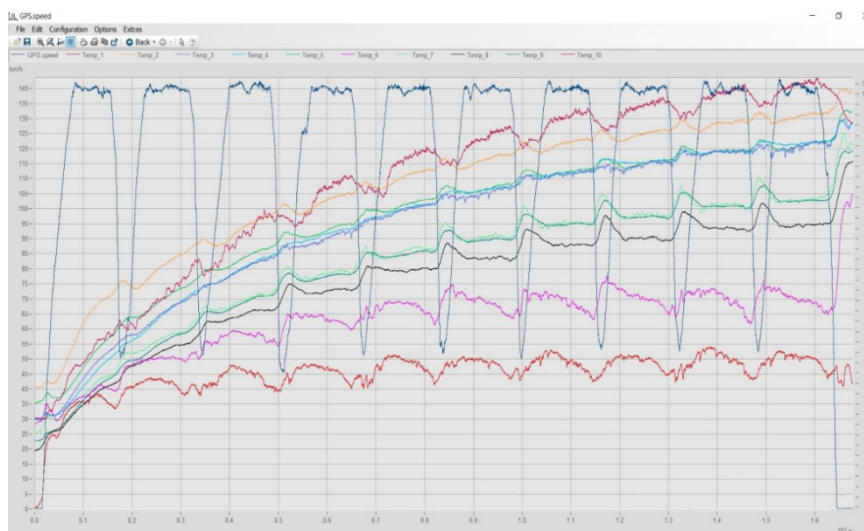


Рис. 3 - Масло в ГПЗ без добавления антифрикционной присадки. Максимально достигнутые температуры. Тест на динамометрической дороге до стабилизации температур. Масло по конструкторской документации. Максимально достигнутая температура масла – 102,1 °С

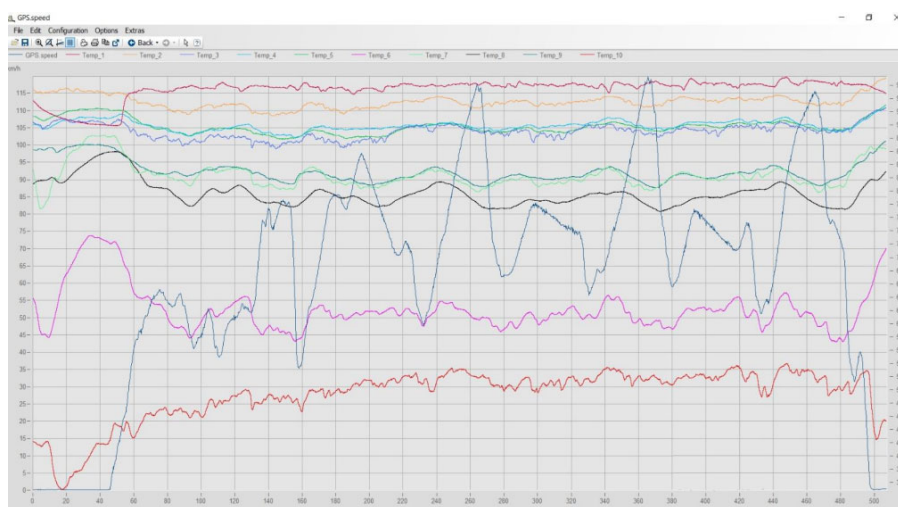


Рис. 4 - Максимально достигнутые температуры. Тест на горной дороге до стабилизации температур. Масло по конструкторской документации. Максимально достигнутая температура масла – 98,2 °С

Таблица 1 - Измеряемые параметры, регистрируемые при проведении испытаний

№ п/п	Обозначение на схеме	Измеряемый параметр	Датчик	Диапазон измерений	Погрешность	Частота опроса
1.	$t_{гн1}$	Температура масла задней ГП	Датчик в сливной пробке	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
2.	$t_{гн2}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
3.	$t_{гн3}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
4.	$t_{гн4}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
5.	$t_{гн5}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
6.	$t_{гн6}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
7.	$t_{гн7}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
8.	$t_{гн8}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
9.	$t_{гн9}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик на корпусе главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
10.	$t_{гн10}$	Температура корпуса задней ГП	Датчик за корпусом главного привода, температура воздуха в 200 мм сзади от корпуса главного привода	0-150°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	10 Гц
11.	-	Ускорение по оси X	Инерциальный модуль в центре масс автомобиля	$\pm 5\text{ g}$	$\pm 0,1\text{ g}$	100 Гц
12.	-	Ускорение по оси Y	Инерциальный модуль в центре масс автомобиля	$\pm 5\text{ g}$	$\pm 0,1\text{ g}$	100 Гц
13.	-	Ускорение по оси Z	Инерциальный модуль в центре масс автомобиля	$\pm 5\text{ g}$	$\pm 0,1\text{ g}$	100 Гц
14.	-	Вращение по оси X	Инерциальный модуль в центре масс автомобиля	0-360 град/сек	$\pm 0,1$ град/сек	100 Гц
15.	-	Вращение по оси Y	Инерциальный модуль в центре масс автомобиля	0-360 град/сек	$\pm 0,1$ град/сек	100 Гц
16.	-	Вращение по оси Z	Инерциальный модуль в центре масс автомобиля	0-360 град/сек	$\pm 0,1$ град/сек	100 Гц
17.	-	Скорость движения	из CAN Прототипа	0-200 км/ч	$\pm 2,5$ км/ч	100 Гц
18.	-	Частота вращения ДВС	из CAN Прототипа	0-6000 мин ⁻¹	$\pm 1\%$	100 Гц
19.	-	Номер передачи АКП	из CAN Прототипа	-	-	50 Гц
20.	-	Момент двигателя	из CAN Прототипа	0 \pm 880 Нм	-	100 Гц
21.	-	Широта	GPS модуль	-	-	5 Гц
22.	-	Долгота	GPS модуль	-	-	5 Гц
23.	-	Скорость движения	GPS модуль	0-200 км/ч	$\pm 2,5$ км/ч	5 Гц
24.	-	Высота над уровнем моря	GPS модуль	м	$\pm 5\text{ м}$	5 Гц

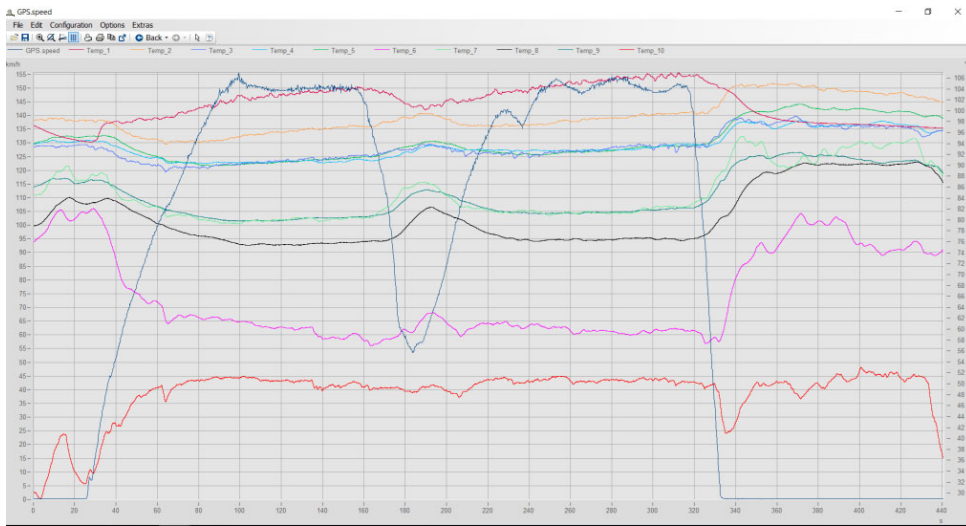


Рис. 5 - Термоудар. Масло по конструкторской документации. Максимально достигнутая температура масла – 102,2 °С

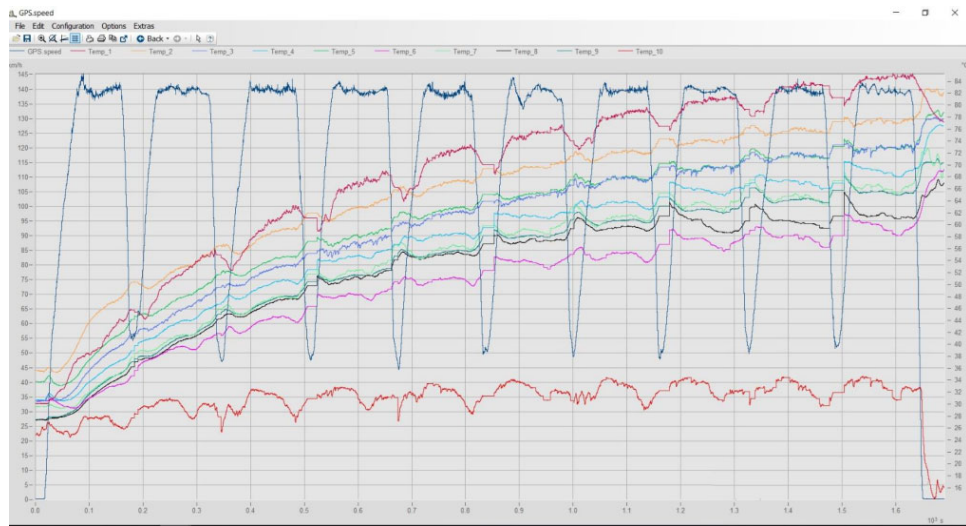


Рис. 6 - Масло в главном приводе заднем с добавлением антифрикционной присадки. Максимально достигнутые температуры. Тест на динамометрической дороге до стабилизации температур. Масло с присадкой. Максимально достигнутая температура масла – 86,1 °С

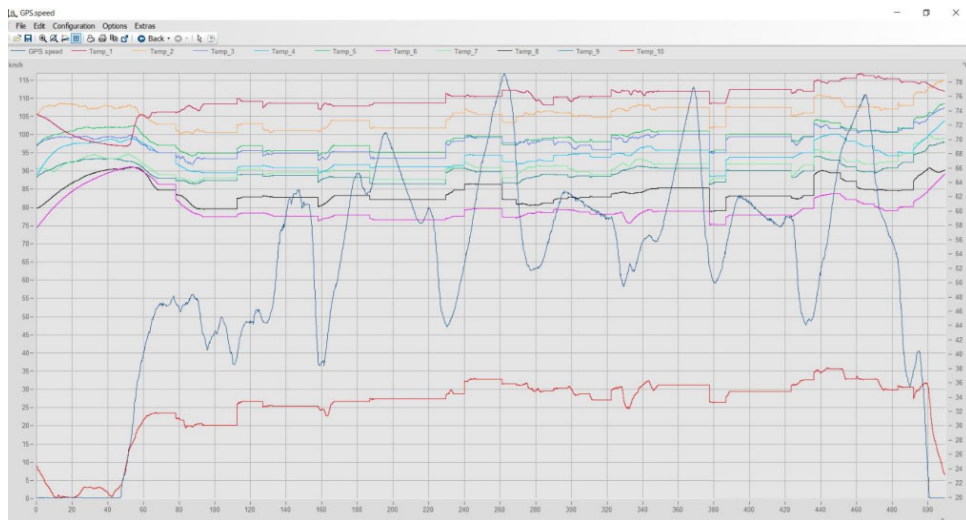


Рис. 7 - Максимально достигнутые температуры. Тест на горной дороге до стабилизации температур. Масло с присадкой. Максимально достигнутая температура масла – 79,8 °С

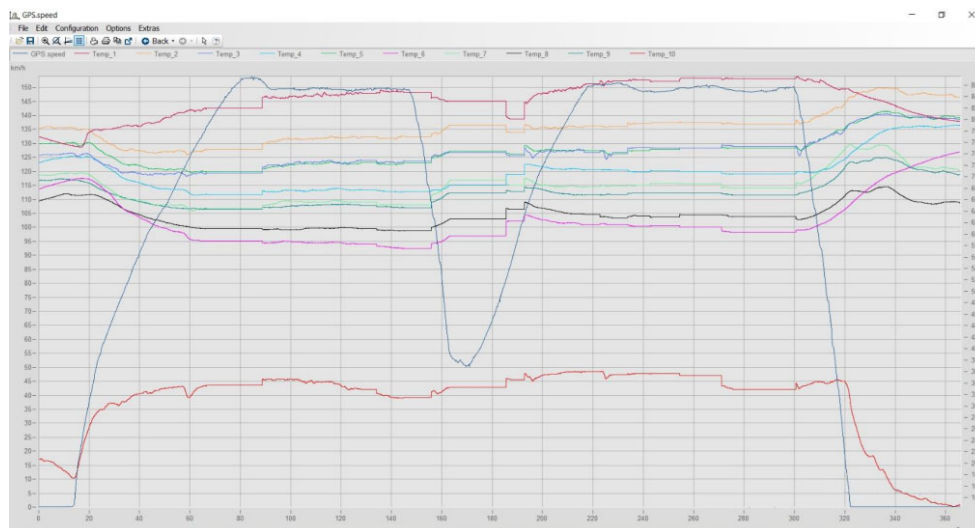


Рис. 8 - Термоудар. Масло с присадкой. Максимально достигнутая температура масла – 88,2 °С

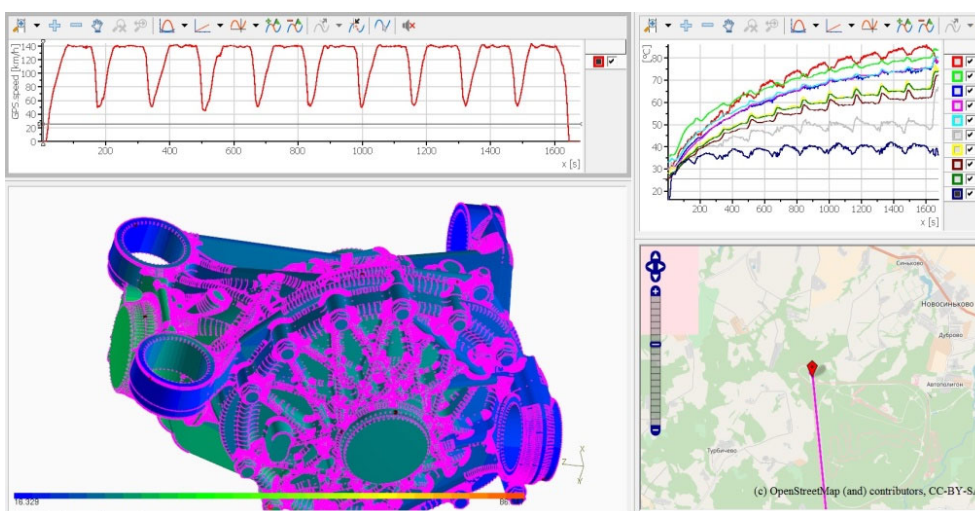


Рис. 9 - Анализ термораспределения на узле, с применением 3D-моделирования. Тест на динамометрической дороге до стабилизации температур. Масло с присадкой

На рисунке 9 представлено термораспределение в трибосистеме на основе 3D-моделирования [9].

Таблица 2 - Результаты испытаний

Режим испытаний	Максимально достигнутая температура масла, °С		Изменение температуры, %*
	Масло без присадки	Масло с присадкой	
Динамометрическая дорога	102,1	86,1	- 15,7
Горная дорога	98,2	79,2	- 19,3
Термоудар	102,2	88,2	- 13,7

*- «+» - увеличение, «-» - снижение

Таблица 3 - Значение фрикционно-износных характеристик при использовании штатного масла в узле трения

№ опыта	Нормальная сила, Н	Температура, °С	Скорость изнашивания, М км/ч	Момент трения, Н·см	Коэффициент трения
1	941,5	99,8	186,2	460,3	0,148
2	1051,5	98,3	238,2	560,4	0,159
3	941,5	97,9	170,5	440,3	0,146
Среднее значение	978,0	98,7	198,3	487,0	0,151

Таблица 4 - Значение фрикционно-износных характеристик при использовании антифрикционной присадки в составе смазочной среды в узле трения

№ опыта	Нормальная сила, Н	Температура, °С	Скорость изнашивания, М км/ч	Момент трения, Н·см	Коэффициент трения
1	941,5	79,4	35,5	46,03	0,140
2	941,5	78,8	30,5	44,03	0,134
3	941,5	81,0	30,7	44,03	0,134
Среднее значение	941,5	79,7	32,2	44,7	0,136

В результате испытаний получены следующие результаты: применение антифрикционной присадки позволило снизить максимальную температуру в трибосистеме на 16%, момент трения на 8,2%, и как следствие, износ в 6,2 раза.

Динамика процессов трения и износа непрерывно связана с фрикционно-износными свойствами материалов пары трения и смазочной среды, которые, в свою очередь, зависят от скоростного, нагрузочного и температурного режимов во фрикционном контакте с учетом влияния окружающей среды. При нестационарном и стационарном процессе трения изменения всех параметров процесса во времени взаимосвязаны. В условиях эксплуатационных испытаний предложена обратная тепловая задача [5]. Для решения обратной тепловой задачи используют информацию о температуре вблизи поверхности трения с построением математической модели, адекватной процессу теплообразования и теплообмена в узле трения. При использовании математической модели приходится прибегать к ряду упрощений и допущений, что дает возможность описать процесс математическими выражениями. Такие модели позволяют определить только момент трения. Сам же процесс моделирования является довольно трудоемким, а модель не всегда адекватной в связи с применяемыми упрощениями и допущениями. Предложенная схема проведения эксплуатационных испытаний с использованием физической модели позволяет проводить трибоанализ трибосистемы с учетом всех факторов, как в стационарном, так и в нестационарном процессе трения [10].

Заключение. В результате проведенных исследований с использованием физической модели была получена информация основных трибологических процессов в трибосистеме. Анализ полученной информации позволяет прогнозировать результаты контактного взаимодействия твердых тел при трении, изнашивании и смазке в заданных режимах эксплуатации.

Моделирование сложной трибосистемы с использованием двухэтапного подхода позволило получить конкретные значения фрикционно-износных характеристик, а также визуальную картину распределения теплообразования на поверхностях деталей трибосистемы.

Полученная физическая модель позволяет проводить трибодиагностику сложных трибосистем в режимах эксплуатации, а также производить выбор и оптимизацию смазочных материалов для повышения надежности машин и оборудования в целом.

Библиография

1. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. 9-е изд., перераб. М.: Наука. Главная редакция физико-механической литературы, 1981. – 448 с.
2. Чичинадзе А.В. Моделирование трения и изнашивания фрикционных пар // Проблемы машиностроения и надежности машин. № 6. 1996. с. 79-88.
3. Тихомиров В.П. Прогнозирование эксплуатационных показателей неподвижных и подвижных соприкосновений на основе имитационного моделирования процессов контактного взаимодействия твердых тел. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Брянск: БИТМ, 1993. - 297с.
4. Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х кн. (1978) / Под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. - Кн.1. - М.: Машиностроение, 1978. – 400 с.
5. А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника): под общ. ред. А.В. Чичинадзе. - М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
6. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Кошелев А.И. [Стенд для испытания карданных передач](#). Патент на изобретение RU 2205377, 27.05.2003. заявка № 2002112352/28 от 07.05.2002.
7. Пастухов А.Г. [Методика оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам // Все материалы: энциклопедический справочник](#). 2014. № 3. с. 9-16.

8. Гайдар С.М., Волков А.А., Карелина М.Ю. Адсорбция Фтор-ПАВ и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 113–124.
9. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Parnikova T.V. [System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions](#) // [Applied engineering letters](#). 2017. т. 2. № 2. с. 65-68.
10. Гайдар С.М., Пастухов А.Г., Пыдрин А.В., Емельянов А.А., Лагузин А.Б. Повышение надежности двигателей автомобилей введением антифрикционных присадок в условиях эксплуатации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 35-44.

References

1. Sedov L.I. Metody podobiya i razmernosti v mekhanike [Similarity and dimension methods in mechanics]. 9-e izd., pererab. M.: Nauka. Glavnaya redakciya fiziko-mekhanicheskoy literatury, 1981. – 448 s.
2. CHichinadze A.V. Modelirovanie treniya i iznashivaniya frikcionnyh par [A.V. Modeling of friction and wear of friction pairs] // Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin. № 6. 1996. s. 79-88.
3. Tihomirov V.P. Prognozirovaniye ekspluatatsionnykh pokazatelej nepodviznykh i podviznykh sopryazhenij na osnove imitacionnogo modelirovaniya processov kontaktного vzaimodejstviya tverdykh tel [Forecasting of operational indicators of stationary and mobile interfaces on the basis of simulation modeling of the processes of contact interaction of solids]. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. Bryansk: BITM, 1993. - 297s.
4. Trenie, iznashivaniye i smazka [Friction, wear and lubrication]: Spravochnik. V 2-h kn. (1978) / Pod red. I.V. Kragel'skogo, V.V. Alisina. - Kn.1. - M.: Mashinostroeniye, 1978. – 400 s.
5. CHichinadze A.V., Berliner E.M., Braun E.D. i dr. Trenie, iznos i smazka (tribologiya i tribotekhnika) [Friction, wear and lubrication (tribology and tribotechnics)]: pod obshch. red. A.V. CHichinadze. - M.: Mashinostroeniye, 2003. – 576 s.
6. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Koshelev A.I. Stend dlya ispytaniya kardannykh peredach [nd for testing cardan gears]. Patent na izobretenie RU 2205377, 27.05.2003. zayavka № 2002112352/28 ot 07.05.2002.
7. Pastukhov A.G. Metodika ocenki kachestva sborochnykh edinic po funktsional'nym parametram [Methodology for assessing the quality of assembly units by functional parameters] // Vse materialy: enciklopedicheskij spravochnik. 2014. № 3. s. 9-16.
8. Gajdar S.M., Volkov A.A., Karelina M.YU. Adsorbciya Ftor-PAV i ee vliyanie na smazku tribosopryazhenij v usloviyah granichnogo i gidrodinamicheskogo treniya [Fluoro-surfactant adsorption and its effect on the lubrication of tribo-conjugations under conditions of boundary and hydrodynamic friction] // Trudy GOSNITI. 2015. Т. 118. S. 113–124.
9. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Parnikova T.V. [System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions](#) // [Applied engineering letters](#). 2017. т. 2. № 2. с. 65-68.
10. Gajdar S.M., Pastuhov A.G., Pydrin A.V., Emel'yanov A.A., Laguzin A.B. Povysheniye nadezhnosti dvigatelej avtomobilej vvedeniem antifrikcionnykh prisadok v usloviyah ekspluatatsii [Improving the reliability of automobile engines by introducing antifriction additives in operating conditions] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2020. № 4 (28). С. 35-44.

Сведения об авторах

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

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

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

Пикина Анна Михайловна, аспирант кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, Москва, Россия, 127550, тел.: +7(926)2173999, e-mail: lapsar.anna2013@yandex.ru

Information about authors

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

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

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

Pikina Anna Mikhailovna, graduate student of the Department of materials science and engineering technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian state agrarian University–Timiryazev agricultural Academy», 49 Timiryazevskaya ul., Moscow, Russia, 127550, tel.: +7(926)2173999, e-mail: lapsar.anna2013@yandex.ru

УДК 631.363:636.086.5

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН СОИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ

Аннотация. Одной из главных задач сельскохозяйственного производства является увеличение объемов и качества производимой продукции при минимальном потреблении энергетических ресурсов. Результат деятельности отрасли растениеводства заключается в получении продуктов питания, сырья для легкой и перерабатывающей промышленности, а также кормов для животноводства. Для повышения посевных качеств семян применяют различные технологические приемы и способы. Правильная предпосевная обработка семян способствует повышению качества посевного материала, созданию благоприятных условия для роста и развития культуры, а также обеззараживания поверхности семян. Одними из путей улучшения качества семенного материала, повышения всхожести, ускорения роста и развития растений является электротехнологические методы на основе применения энергии электромагнитного излучения различного диапазона. В статье описана методика и представлены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния предпосевной УФ-обработки и режимов искусственного освещения при проращивании сои на витаминный корм. В качестве варьируемых факторов выбиралось время УФ-обработки с целью обеззараживания перед проращиванием и удельная мощность УФ-лампы, а в качестве функции отклика была выбрана длина ростков. Диапазон УФ-облучения – от 60 до 540 с. Период проращивания 5 суток. В качестве контроля выступали образцы, освещаемые естественным светом. По экспериментальным данным получено регрессионное уравнение, описывающее влияние УФ-обеззараживания и времени освещения во время роста на длину ростков, а также построены графические зависимости изменения функции отклика в интервалах варьирования воздействующих факторов. Экспериментальными данными установлено, что увеличение времени УФ-обеззараживания семян положительно сказывается на длине ростков. Выявлено, что наилучшие результаты наблюдаются: при минимальной удельной мощности УФ-облучения 3 Вт/м² и максимальной продолжительность УФ-облучения 540 с, при максимальной удельной мощности УФ-облучения 9 Вт/м² и минимальной продолжительность УФ-облучения 60 с. Экспериментально подтверждена целесообразность применения данной методики при проращивании семян сои на витаминный корм животным.

Ключевые слова: предпосевная обработка, УФ обработка, длина ростков, проращивание, обеззараживание.

EXPERIMENTAL STUDIES ON THE USE OF ULTRAVIOLET RADIATION IN THE PRE-SOWING TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS FOR GERMINATION ON VITAMIN FEED

Annotation. One of the main tasks of agricultural production is to increase the volume and quality of products produced with minimal consumption of energy resources. The result of the crop production industry is the production of food, raw materials for light and processing industries, as well as animal feed. To increase the sowing qualities of seeds, various technological techniques and methods are used. Proper pre-sowing treatment of seeds contributes to improving the quality of the seed material, creating favorable conditions for the growth and development of the crop, as well as disinfection of the seed surface. One of the ways to improve the quality of seed material, increase germination, accelerate the growth and development of plants is electrotechnological methods based on the use of electromagnetic radiation energy of various ranges. The article describes the methodology and presents the results of experimental studies to assess the effect of pre-sowing UV treatment and artificial lighting modes during soybean germination on vitamin feed. The UV treatment time for decontamination before germination and the specific power of the UV lamp were selected as variable factors, and the length of the sprouts was selected as the response function. The UV irradiation range is from 60 to 540 s. The germination period is 5 days. As a control, samples illuminated by natural light were used. Based on experimental data, a regression equation describing the effect of UV disinfection and the time of illumination during growth on the length of sprouts is obtained, and graphical dependences of the change in the response function in the intervals of variation of the influencing factors are constructed. Experimental data have shown that an increase in the time of UV disinfection of seeds has a positive effect on the length of sprouts. It was found that the best results are observed: with a minimum specific UV irradiation power of 3 W / m² and a maximum UV irradiation duration of 540 s, with a maximum specific UV irradiation power of 9 W/m² and a minimum UV irradiation duration of 60 s. The expediency of using this technique in the germination of soybean seeds for vitamin-rich animal feed has been experimentally confirmed.

Keywords: pre-sowing treatment, UV-treatment, sprout length, germination, disinfection.

Введение. Одной из главных задач сельскохозяйственного производства является увеличение объемов и качества производимой продукции при минимальном потреблении энергетических ресурсов. Результат деятельности отрасли растениеводства заключается в получении продуктов питания, сырья для легкой и перерабатывающей промышленности, а также кормов для животноводства. Объем и качество производимой в растениеводстве продукции зависит от многих факторов: климатические условия, агротехника, снижение потерь и условия хранения продукции, качество семенного материала и др.

Для повышения посевных качеств семян применяют различные технологические приемы и способы. Правильная предпосевная обработка семян способствует повышению качества посевного материала, созданию благоприятных условия для роста и развития культуры, а также обеззараживания поверхности семян.

Практические наблюдения показывают, что после уборки с поля семена поступают на склады в разной степени зараженные болезнями от почвенных инфекций передающихся от других семян или поступающих с поля. Семена имеют микротравмы и различный уровень жизнеспособности. Нет никакой гарантии, что на внешний вид чистые и здоровые семена не являются переносчиками болезней. Семена с пониженным потенциалом жизнеспособности должны подвергаться стимулирующим воздействиям с целью повысить их посевные качества. Предпосевная обработка семян должна удовлетворять следующим требованием (критериям): стимулирование роста и развития растений после предпосевной обработки, подавление жизнедеятельности болезнетворных микроорганизмов, не наносить вреда окружающей среде, отсутствие побочного действия на развитие растений и генетические изменения, иметь низкую себестоимость. Основными задачами предпосевной обработки семян является их обеззараживание и предпосевная стимуляция.

Одними из путей улучшения качества семенного материала, повышения всхожести, ускорения роста и развития растений является электротехнологические методы на основе применения энергии электромагнитного излучения различного диапазона [1-3]. Несомненный интерес представляют электрофизические способы предпосевной обработки семян, к которым относится и УФ-облучение [4].

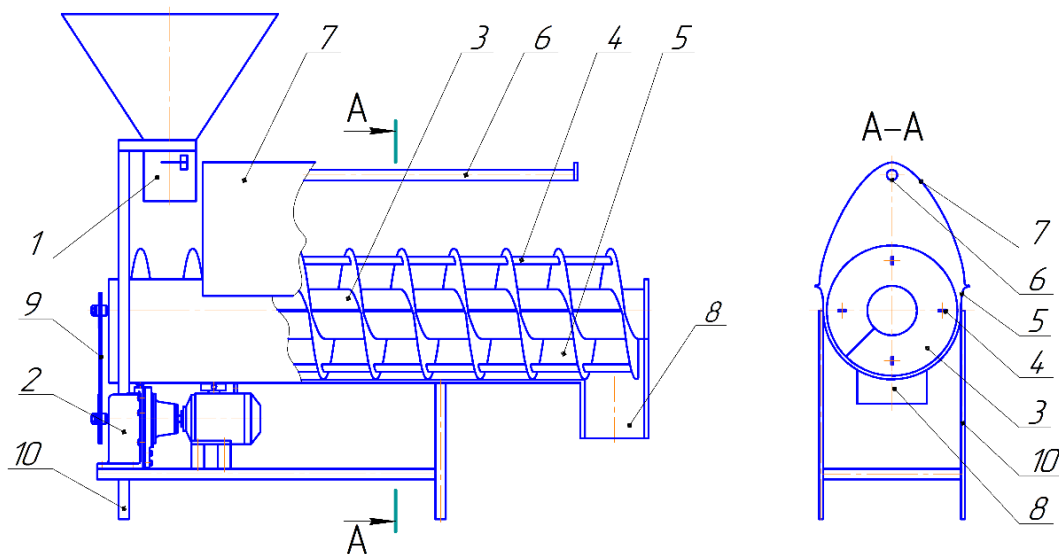
Ниже приведены результаты исследований по применению ультрафиолетового (УФ) излучения при предпосевной обработке семян сои для проращивания на витаминный корм животным [5-11].

Краткая характеристика технологии и оборудования для обработки семян перед посевом. Для повышения урожайности культур, подавлении плесени и грибов семена перед посевом подвергают УФ-облучению. В Белгородском ГАУ разработана установка для обеззараживания, стимуляции ростковых процессов в семенах. Конструкция установки представлена на рисунке 1 [12].

Устройство состоит из бункера-дозатора 1 для загрузки семенного материала. Бункер-дозатор 1 установлен на раме 10 над шнеком 3. Для возможности вращения шнека 3 на раме 10 предусмотрен электропривод 2. Крутящий момент от электропривода 2 до шнека 3 передается цепной передачей 9. Рабочим органом для перемещения обрабатываемого слоя семян выступает шнек 3. Шнек 3 помещен в кожух 5. Кожух 5 выполнен из материала способного отражать УФ-облучение. Для постоянного перемещения слоев семян со дня кожуха 5 в зону облучения между витками шнека 3 установлены ребра 4. Над кожухом 5 установлена УФ-лампа 6 и параболический отражатель 7. Доза облучения семян изменяется за счет регулировки числа оборотов шнека 3. Для очистки УФ-лампы 6 от загрязнений и пыли параболический отражатель 7 выполнен с возможностью открывания. УФ-лампа 6 установлена в фокусе параболического отражателя 7. Поток излучения от УФ-лампы 6 поступает на обрабатываемый материал и параболический отражатель 7. Параболический отражатель 7 выполнен с возможностью формирования направленного потока излучения от УФ-лампы 6 в зону обработки.

Параболический отражатель 7 выполнен с возможностью формирования отраженного УФ-потока в фокусе параболы и повторного направления его в зону обработки. Для возможности осуществления выгрузки обработанных семян предусмотрен отсек выгрузки 8.

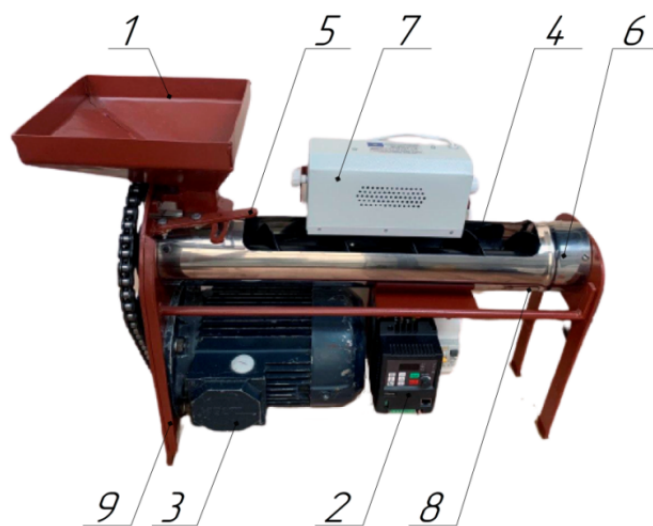
Рассмотренное устройство позволяет механизировать процесс УФ-обработки семян перед посевом, повысить производительность и равномерность облучения.



1 – бункер; 2 – электропривод; 3 – шнек;
4 – ребра; 5 – кожух; 6 – УФ лампа; 7 – параболический отражатель;
8 – отсек выгрузки; 9 – цепная передача; 10 – рама.

Рис. 1 - Устройства для УФ обработки семян перед посевом

Методика исследований. Экспериментальные исследования проводили с целью оценки влияния режимов УФ-облучения на эффективность проращивания семян сои. Обработка семян проводилась на экспериментальной установке, общий вид которой показан на рисунке 2.



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

Рис. 2 -Устройство для ультрафиолетовой обработки семян перед посевом

Устройство позволяет обрабатывать семена различных сельскохозяйственных культур. Длительность прохождения семенами зоны облучения подобрана таким образом, чтобы обрабатываемый материал получил необходимую дозу УФ-облучения.

Техническое решение в виде вращающегося шнека 4 обеспечивает постоянное изменение ориентации семян по отношению к УФ лампе 7. Обработанные семена перемещают к отсеку выгрузки 8. Вся конструкция смонтирована на раме 9.

В экспериментальной установке применялась УФ-лампа мощностью 36 Вт производителя Uniel с длиной волны в спектре 253,7 нм. Удельная мощность лампы $P_{уд}=30\text{Вт/м}^2$. Параметры устройства для УФ-облучения семян приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры УФ установки для предпосевной обработки семян

Параметр	Значение
Производительность установки	1,1т/сут (46кг/ч);
Тип винта	однозаходный
число подшипниковых опор	2
тип подшипников	подшипники скольжения
длина шнека	1 м
угол наклона	0°
расстояние между опорами вала	1м;
частота вращения	2-6 об/мин.
осевая скорость движения груза	0,00975 м/с
мощность на валу винта	0,015кВт
требуемая мощность приводного двигателя	30 Вт
характер работы установки	круглосуточно

Целью проводимых экспериментальных исследований являлось изучения влияния режимов УФ-облучения семян сои перед посевом на длину ростков пророщенного зерна, используемого в рационах при кормлении животных для обогащения корма макро, микроэлементами и витаминами.

Режимы УФ-облучения семян определяются мощностью потока ультрафиолетового облучения и временем облучения, которые составляют энергетическую дозу УФ-воздействия. На сегодняшний день в научной литературе нет однозначного подхода относительно выбора доз УФ-облучения семян. Выбор режимов обработки зависит как от вида растений, целей их выращивания, а также от ряда других факторов, среди которых большую роль играют оптические свойства растений. Низкая доза облучения не приводит к видимым результатам в прибавки урожайности или ускорении роста и созревания растений. При этом превышение допустимых доз имеет угнетающее влияние на растения. Согласно результатам экспериментальных исследований, приведенных в отдельных работах [4, 10, 11] можно сделать вывод, что доза 5кДж/м^2 является достаточной для предпосевной УФ-обработки семян.

Поэтому основными варьируемыми факторами в эксперименте являлись удельная мощность УФ-облучения и продолжительность УФ-облучения. В качестве функции отклика принимали длину ростков через пять суток. Для возможности регрессионного анализа результатов эксперимента обработка образцов проводилась в соответствии с планом Коно для 2-х факторного эксперимента [3]. Кодированные значения и интервал варьирования воздействующих факторов приведены в таблице 2. Исследования в 4-х кратной повторности в каждой из 4-х точек плана эксперимента.

Таблица 2 - Факторы влияющие на параметры оптимизации

Обозначение	Наименование фактора	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
		1	0	1	
X ₁	Удельная мощность УФ облучения, Вт/м ²	9	6	3	3
X ₂	Продолжительность УФ облучения, сек	540	300	60	240

Результаты исследований. В результате проведения экспериментальных исследований были получены исходные данные для оценки влияния режимов УФ-обработки на длину ростков семян люпина при проращивании.

Количество точек плана эксперимента, значения воздействующих факторов и длина ростков семян люпина на 5 день проращивания приведены в таблице 3.

Воспроизводимость опытов оценивалась с использованием критерия Кохрена при уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $f_2=12$. Расчетное значение критерия Кохрена $G_{расч}$ не превышало допустимых значений $G_{0,05}(3,9) - (0,25 \leq 0,40)$.

Таблица 3 - Матрица плана и результаты эксперимента

№ опыта	X_1	X_2	Длина ростков на 5 день проращивания, мм
1	-1	-1	27,50
2	+1	-1	33,00
3	-1	+1	34,00
4	+1	+1	32,50
5	-1	0	29,75
6	+1	0	33,75
7	0	-1	29,75
8	0	+1	33,00
9	0	0	29,25
10	контроль	-	25,00

Статистическая обработка данных показала, что квадратичные эффекты менее значимы по сравнению с линейной аппроксимацией воздействия факторов, поэтому предлагается регрессионное уравнение полинома первой степени для описания влияния изучаемых факторов на способность прорастания семян, которое в кодированных переменных имеет вид:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_{12}X_1X_2, \tag{1}$$

где X_1 - удельная мощность УФ-облучения, т.е. $(-1 \leq X_1 \leq +1)$, X_2 - продолжительность УФ-облучения, т.е. $(-1 \leq X_2 \leq +1)$; $B_0 = 31,75$; $B_1 = 1,00$; $B_2 = 1,50$; $B_{12} = -1,75$.

Значимость коэффициентов проверялась по критерию Стьюдента ($t_{кр}$) при уровне значимости $\alpha_1=0,05$ и числе степеней свободы $f_2=12$. Все коэффициенты в уравнении (1) являются значимыми, следовательно, факторы достаточно коррелированы между собой. Адекватность модели оценивалась по критерию Фишера при уровне значимости $\alpha=0,05$. Расчетное значение критерия Фишера $F_{расч}$ не превышало допустимых значений $F_{0,05}(1, 12) (1,00 \leq 4,75)$.

Расчетное уравнение регрессии в натуральных переменных получается заменой кодированных переменных в уравнении (3.1) их натуральными аналогами в соответствии с таблицей 2 по формулам:

$$X_1 = (P - 6)/3, X_2 = (t - 300)/240, \tag{2}$$

где P - удельная мощность УФ-облучения, Вт/м² ($3,00 \leq P \leq 9,00$); t - продолжительность УФ-облучения, с ($60 \leq t \leq 540$).

Одна из форм расчетного уравнения регрессии в натуральных переменных может быть представлена следующим образом:

$$Y = B_0 + B_1 \left(\frac{P-6}{3}\right) + B_2 \left(\frac{t-300}{240}\right) + B_{12} \left(\frac{P-6}{3}\right) \left(\frac{t-300}{240}\right). \tag{3}$$

Проведенные расчеты позволили выявить взаимосвязь между длиной ростков семян после УФ-обработки и значением воздействующих факторов.

Ниже на рисунке 3 представлена расчетная поверхность длины ростков семян сои в зависимости от натуральных значений удельной мощности УФ-облучения (Вт/м²) и продолжительности УФ-облучения (с).

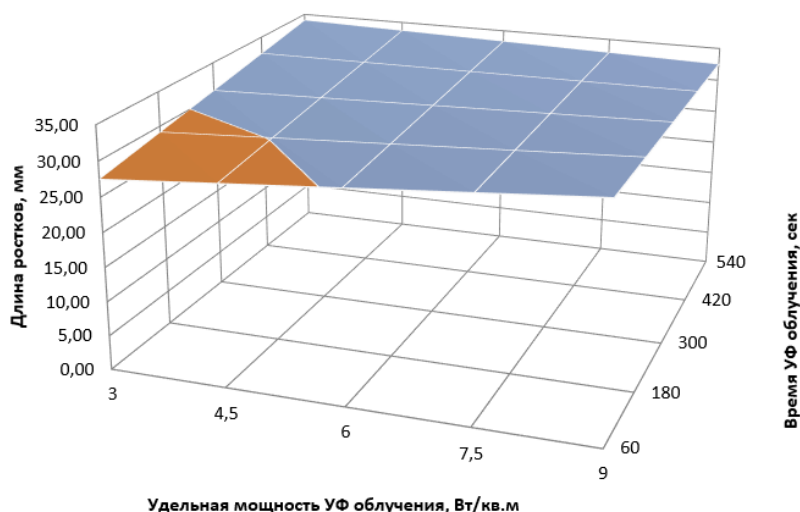


Рис.3 - Расчетная поверхность длины ростков семян сои в зависимости от натуральных значений удельной мощности УФ-облучения (Вт/м²) и продолжительности УФ-облучения (с)

Анализ расчетной поверхности длины ростков семян сои в зависимости от натуральных значений удельной мощности УФ-облучения (Вт/м²) и продолжительности УФ-облучения (с) показывает, что конечный результат обработки определяется взаимосвязью обоих воздействующих факторов. При этом один и тот же положительный эффект наблюдается при различных режимах обработки. Наилучшие результаты наблюдаются:

- 1) при минимальной удельной мощности УФ-облучения (3 Вт/м²) и максимальной продолжительности УФ-облучения (540 с);
- 2) при максимальной удельной мощности УФ-облучения (9 Вт/м²) и минимальной продолжительности УФ-облучения (60 с).

Однозначно можно утверждать, что для положительного результата необходимо соотносить величину удельной мощности с продолжительностью УФ-облучения.

С позиций снижения энергозатрат на обработку согласно приведенным данным можно достоверно утверждать, что наилучшими являются режимы с максимальной удельной мощностью воздействия и малым временем УФ-облучения. Режим при максимальной удельной мощности (9 Вт/м²) и минимальной продолжительности УФ-облучения (60 с) является наиболее предпочтительным. При этом удельная доза УФ-облучения составляет 540 Дж/м².

В таблице 4 приведены натуральные значения воздействующих факторов, длина ростков после проращивания и удельная доза УФ-облучения (Дж/ м²) для всех точек проведенного эксперимента.

Таблица 4 - Энергетические показатели УФ обработки семян

№ опыта	X ₁	X ₂	Длина ростков на 5-й день проращивания, мм	Удельная доза УФ-облучения, Дж/м ²
1	3	60	27,50	180,00
2	9	60	33,00	540,00
3	3	540	34,00	1620,00
4	9	540	32,50	4860,00
5	3	300	29,75	900,00
6	9	300	33,75	2700,00
7	6	60	29,75	360,00
8	6	540	33,00	3240,00
9	6	300	29,25	1800,00
10	контроль	-	25,00	-

Для производства рекомендуются режимы с максимальной удельной мощностью и малым временем УФ-облучения.

Выводы. Приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию режимов УФ-обработки на длину ростков семян сои при проращивании на витаминный корм. В результате исследований получены регрессионные уравнения в кодированных и натуральных переменных для оценки влияния удельной мощности и продолжительности УФ-облучения на длину ростков семян сои при проращивании.

Установлено, что результат обработки определяется взаимосвязью обоих воздействующих факторов. При этом один и тот же положительный эффект наблюдается при различных режимах обработки. Наилучшие результаты наблюдаются: при минимальной удельной мощности 3 Вт/м² и максимальной продолжительности 540 с УФ-облучения, при максимальной удельной мощности 9 Вт/м² и минимальной продолжительности 60 с УФ-облучения.

С позиций снижения энергозатрат на обработку согласно приведенным данным можно достоверно утверждать, что наилучшими являются режимы с максимальной удельной мощностью воздействия и малым временем УФ-облучения. Режим при максимальной удельной мощности 9 Вт/м² и минимальной продолжительности 60 с УФ-облучения является наиболее предпочтительным. При этом удельная доза УФ-облучения составляет 540 Дж/м².

Библиография

1. Юдаев И.В. Выращивание листового салата в светодиодной облучательной камере // Сельский механизатор 2017. №1. С. 20-21.
2. Рудобашта С.П., Григорьев И.В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур, нетрадиционных и редких растений // Промышленная теплотехника. 2011. Т. 33. № 8. С. 85-90.
3. Вендин С.В. Экспериментальные исследования процессов СВЧ обработки семян // Монография. - Москва-Белгород: ООО «ЦКБ «БИБКОМ». 2017. 116 с.
4. Сафаралихонов А.Б., Акназаров О.А. Влияние предпосевного УФ-облучения семян пшеницы на её рост, продуктивность и активность эндогенных регуляторов роста растений // Доклады академии наук республики Таджикистан. Физиология растений Том 54. 2011. №8. С. 666-671.
5. Рогожин Ю.В., Рогожин В.В. Технология предпосевного УФ-облучения зерна пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №6. С. 9-14.
6. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск №2: Использование проращенного зерна в рационах свиней) Под общей редакцией Г.С. Походни. - Белгород: издательство БелГСХА, 2009. 68 с.
7. Пономарев А.Ф. Свиноводство и технология производства свинины / учебник Белгород: изд-во «Крестьянское дело», 2001. 492 с.
8. Вендин С.В., Саенко Ю.В. Проращивание семян ячменя на витаминный корм свиноматкам и поросятам-отъемышам // Кормопроизводство. 2011. №11. С. 42-44.
9. Конвейерная установка для проращивания зерна: пат. 2698138 Рос. Федерация 2018145178 / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Г.С. Походня, В.Ю. Страхов.; заявл. 18.12.2018; опублик. 22.08.2019, Бюл. №24. 9 с.
10. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю. Результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности применения УФ облучения, СВЧ обработки и искусственного освещения при проращивании зерна пшеницы и ячменя на витаминный корм // Вестник аграрной науки Дона. 2019. №2. С. 42-50.
11. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г. Ильясов И.Р. Результаты опытов по влиянию УФ облучения на семена, из которых выращивается зеленый корм на гидропонике //Агротехника и энергообеспечение. 2016. № 4-2 (13). С. 6-14.
12. Устройство для ультрафиолетовой обработки зерна перед проращиванием: пат. 2728184 Рос. Федерация 2019131990 / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Г.С. Походня, А.Н. Макаренко, В.Ю. Страхов; заявл. 09.10.2019; опублик. 28.07.2020, Бюл. №22. 6 с.

Bibliography

1. Yudaev I.V. Vyrashchivanie listovogo salata v svetodiodnoj obluchatel'noj kamere [Growing lettuce in an LED irradiation chamber] // Sel'skij mekhanizator 2017. №1. S. 20-21.
2. Rudobashta S.P., Grigor'ev I.V. Impul'snaya infrakrasnaya sushka semyan ovoshchnyh kul'tur, netradicionnyh i redkih rastenij [Pulsed infrared drying of vegetable seeds, non-traditional and rare plants] // Promyshlennaya teplotekhnika. 2011. T. 33. № 8. S. 85-90.
3. Vendin S.V. Eksperimental'nye issledovaniya processov SVCH obrabotki semyan [Experimental studies of the processes of microwave seed treatment] // Monografiya.- Moskva-Belgorod: ООО «СКБ «БИБКОМ». 2017. 116 с.
4. Safaralikhonov A.B., Aknazarov O.A. Vliyanie predposevnogo UF-oblucheniya semyan pshenicy na eyo rost, produktivnost' i aktivnost' endogennyh regulyatorov rosta rastenij [Effect of pre-sowing UV irradiation of wheat seeds on its growth, productivity and activity of endogenous plant growth regulators] // Doklady akademii nauk respubliky Tadjhikistan. Fiziologiya rastenij Tom 54. 2011. №8. S. 666-671.

5. Rogozhin YU.V., Rogozhin V.V. Tekhnologiya predposevnoy UF-oblucheniya zerna pshenicy [Technology of pre-sowing UV irradiation of wheat grain] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. №6. S. 9-14
6. Pohodnya G.S. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy: Sbornik trudov nauchnoy shkoly professora G.S. Pohodni [Pig breeding and pork production technology: A collection of works of the scientific school of Professor G. S. Pohodni] (Special'nyj vypusk №2: Ispol'zovanie prorashchennogo zerna v racionah svinей) Pod obshchej redakciej G.S. Pohodni. - Belgorod: izdatel'stvo BelGSKHA, 2009. 68 s.
7. Ponomarev A.F. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy: uchebnik [Pig breeding and pork production technology: textbook] / Belgorod: izd-vo «Krest'yanskoe delo», 2001. 492 s.
8. Vendin S.V., Saenko YU.V. Prorashchivanie semyan yachmenya na vitaminnyj korm svinomatkam i porosyatam-ot'emysam [Germination of barley seeds for vitamin feed for sows and weaned pigs] // Kormoproizvodstvo. 2011. №11. S. 42-44.
9. Konvejernaya ustanovka dlya prorashchivaniya zerna [Conveyor plant for grain germination]: pat. 2698138 Ros. Federaciya 2018145178 / S.V. Vendin, YU.V. Saenko, G.S. Pohodnya, V.YU. Strahov.; zayavl. 18.12.2018; opubl. 22.08.2019, Byul. №24. 9 s.
10. Vendin S.V., Saenko YU.V., Strahov V.YU. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij po ocenke effektivnosti primeneniya UF oblucheniya, SVCH obrabotki i iskusstvennogo osveshcheniya pri prorashchivanii zerna pshenicy i yachmenya na vitaminnyj korm [Results of experimental studies on the evaluation of the effectiveness of UV irradiation, microwave processing and artificial lighting in the germination of wheat and barley grains for vitamin feed] // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2019. №2. S. 42-50.
11. Kondrat'eva N.P., Krasnoluckaya M.G. Il'yasov I.R. Rezul'taty opytov po vliyaniyu UF oblucheniya na semena, iz kotoryh vyrashchivaetsya zelenyj korm na gidroponike [Results of experiments on the effect of UV radiation on seeds from which green feed is grown on hydroponics] // Agrotekhnika i energoobespechenie. 2016. № 4-2 (13). S. 6-14.
12. Ustrojstvo dlya ul'traioletovoj obrabotki zerna pered prorashchivaniem [Device for UV treatment of grain before germination]: pat. 2728184 Ros. Federaciya 2019131990 / S.V. Vendin, YU.V. Saenko, G.S. Pohodnya, A.N. Makarenko, V.YU. Strahov; zayavl. 09.10.2019; opubl. 28.07.2020, Byul. №22. 6 s.

Сведения об авторах

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

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

Information about authors

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

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

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

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 371.146; 37.014.252.631

А.И. Дутов, А.В. Косов, Л.А. Пузанова

РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ АГРОБИЗНЕСА В КОНТЕКСТЕ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ АПК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены и проанализированы региональные модели переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса в контексте кластерного развития АПК Белгородской области. Показано, что в современных условиях эффективность, востребованность и направленность обучения руководителей и специалистов в значительной степени определяется программно-целевой направленностью развития агропромышленного комплекса Белгородской области. Отмечено, что в области созданы благоприятные предпосылки для эффективного функционирования зон опережающего развития, согласованное взаимодействие которых обеспечивает сбалансированное и динамичное развитие региона в целом. Ускорение научно-технического прогресса инициировало непрерывный процесс расширенного воспроизводства знаний, воплощаемых в человеческом капитале. При этом одним из наиболее эффективных способов поддержания непрерывного образовательного процесса на качественно высоком уровне является переподготовка и повышение квалификации. Обеспечение соответствия квалификации руководителей и специалистов предприятий современному уровню развития науки и техники должно быть ориентировано на получение и трансфер современных инноваций в производство и экономику. Только высококвалифицированный и высокомотивированный персонал, знания и опыт которого постоянно обновляются и совершенствуются, является решающим фактором развития производства, повышения его конкурентоспособности. Таким образом, региональную модель переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса, совершенствование методологии преподавания, необходимо гармонизировать с особенностями кластерного развития АПК регионов. Это позволит существенно повысить эффективность и результативность обучения, его востребованность производством, выявит потенциально имеющиеся возможности подразделений дополнительного профессионального образования и обеспечит высокую их конкурентоспособность на образовательном рынке.

Ключевые слова: система подготовки и повышения квалификации, инновационно-методологические подходы, кластер, кластерное развитие АПК, товаропроизводители различных форм хозяйствования, концепции обучения, хозяйственные условия, отраслевой профиль региона, региональная инновационная система, стратегии развития территории

DEVELOPMENT OF THE REGIONAL MODEL OF RETRAINING AND INCREASING THE QUALIFICATION OF PERSONNEL IN AGRICULTURAL BUSINESS IN THE CONTEXT OF CLUSTER DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE BELGOROD REGION

Abstract. The article reviewed and analyzed the regional models of retraining and advanced training of agribusiness personnel in the context of cluster development of the agro-industrial complex of the Belgorod region. It is shown that in the modern conditions, the effectiveness, demand and focus of managers and specialists training largely determined by the program-target orientation of the development of the agro-industrial complex of the Belgorod region. It is noted that favorable preconditions have been created in the region for the effective functioning of advanced development zones, the coordinated interaction of which ensures the balanced and dynamic development of the region as a whole. The acceleration of scientific and technological progress has initiated a continuous process of expanded reproduction of knowledge embodied in human capital. At the same time, one of the most effective ways to maintain the continuous educational process at a qualitatively high level is retraining and advanced training. The accordance of the qualifications of managers and specialists of enterprises with the modern level of development of science and technology should be focused on obtaining and transferring modern innovations to production and the economy. Only highly qualified and highly motivated personnel, whose knowledge and experience is constantly being updated and improved, is a decisive factor in the development of production, increasing its competitiveness. Thus, the regional model of retraining and advanced training of agribusiness personnel, the improvement of teaching methodology, must be harmonized with the peculiarities of cluster development of the agro-industrial complex of the regions. This will significantly increase the efficiency and success of training, its relevance in production, identify the potentially available capabilities of additional professional education units and ensure their high competitiveness in the educational market.

Keywords: system of training and advanced training, innovation and methodological approaches, cluster, development of the agroindustrial complex, commodity producers of various forms of management, training concepts, contractual conditions, sectoral profile of the region, regional innovation system, territory development strategies

Введение. В последнее время в научной литературе значительное внимание уделяется проблемам и перспективам развития непрерывного образования, различным методологическим подходам к оценке его эффективности и результативности. [1, 2, 3, 4]. Объясняется это тем, что поступательное развитие современного высокоиндустриального общества базируется на инновационных технологиях, распространяемых на все области экономической деятельности. Освоение и эффективное внедрение этих технологий требует от субъектов хозяйственной деятельности постоянной работы над повышением знаний, умений и навыков [5, 6, 7]. Анализ структуры современного производства показал, что от 60 % [8] до 80 % [9] затрат во временном и стоимостном отношении приходится на работу с информацией научно-производственного характера, ее адаптацией к конкретным условиям хозяйствования и дальнейшим эффективным внедрением. При этом многие авторы [10, 11] считают, что для переходного периода к высокоиндустриальному обществу важным являются не столько знания как таковые, а и информационные технологии, с помощью которых эти знания в форме готового продукта поступают во все сферы общественного производства, а также готовность и способность работников к эффективному использованию этих знаний и информации в своей профессиональной деятельности.

Наряду с нарастающими темпами прироста знаний и информации, отмечается четкая тенденция ускорения их морального старения. В большей степени это относится к наиболее востребованным производством, умениям и навыкам прикладного характера [12]. Так, если в сороковые годы прошлого века полураспад компетентности (промежуток времени, за который половина приобретённых знаний устаревает) наступал через 12 лет, в шестидесятые – уже через 8–10 лет, в семидесятые – через 5, то сегодня, в первой половине XXI века, их устаревание имеет место уже через 2–3 года [13, 14, 15]. Указанная тенденция может обуславливать не только снижение эффективности производства, но и удовлетворённости специалиста работой, ее результатами. Только высококвалифицированный и высокомотивированный персонал, знания и опыт которого постоянно обновляются и совершенствуются, может выступать решающим фактором эффективного развития предприятия, повышения его конкурентоспособности, ускоренного инновационного развития агропромышленного производства области и страны в целом. В связи с этим правомерным и актуальным становится вопрос об определении приоритетных направлений организации дополнительного образования и повышения квалификации специалистов, его актуализации и востребованности производством и, как следствие – определение стратегических направлений развития и совершенствования методологии переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса в конкретных условиях региона (Белгородская область).

Цель исследований. Для этого рассмотрим основные особенности и приоритетные направления развития агропромышленного кластера Белгородской области, изложенные в Программе социально-экономического развития региона на период до 2025 года [16]. В регионе, как правило, основной составной частью кластеров, их своеобразным «ядром», являются крупные хозяйства (холдинги), или несколько сходных по направлениям деятельности предприятий, взаимосвязанных по вертикали и горизонтали. При взаимодействии с правительственными структурами области, через них обеспечивается эффективное внедрение инновационных технологий, распространение актуальной информации и знаний, совершенствуется структура и специализация производства. Институциональная составляющая регионального кластера области включает региональные нормативно-правовые акты, кодексы и соглашения, определяющие морально-правовые основы взаимодействия субъектов зон опережающего развития [17, 18]. Подобная синергия производителей и поставщиков, смежных и вспомогательных производств, научно-образовательных организаций и имеющегося трудового потенциала обеспечивает согласованное, сбалансированное и динамичное развитие региона в целом. Следствием этого является повышение эффективности использования ресурсов для обеспечения экономической, экологической, социальной и демографической устойчивости. Это значительно превосходит эффективность использования отдельно составляющих кластер субъектов.

Таким образом, главной стратегической целью развития агропромышленного комплекса, как ведущей системообразующей сферы экономики, формирующей продовольственную и экономическую безопасность страны, является:

- переход на биологическое земледелие, гарантирующее сохранение и воспроизводство земельных и других природных ресурсов, используемых в сельскохозяйственном производстве;

- внедрение элементов прецизионного (точного) земледелия с использованием систем спутниковой навигации при внесении удобрений, севе, обработке посевов химическими и биологическими препаратами.

Материалы и методы. Решение современного этапа поставленной задачи предусматривается выполнением комплекса мероприятий, включенных в дорожную карту биологизации земледелия, утвержденную руководством области, и предусматривающих широкое внедрение комплекса гидромелиоративных, культуртехнических, агрохимических, агролесомелиоративных, водохозяйственных и организационных мероприятий с использованием современных достижений науки и техники. Приоритетными направлениями животноводства определены отрасли птицеводства, свиноводства и молочного животноводства. Их развитие базируется на дальнейшей модернизации материально-технической базы, и сохранении высокого уровня технологизации производства, наращивании инвестиций в отрасли и поддержании темпов ее устойчивого развития, повышении качества продукции и развитии производства собственного племенного яйца, улучшении кормовой базы отраслей и осуществлении комплекса ветеринарных мероприятий по предупреждению и лечению массовых заболеваний, создание предприятий по забою и глубокой переработке продукции животноводства.

Традиционно в области особое внимание уделяется экологической безопасности и охране окружающей среды. Поэтому одной из главных стратегических целей развития зоны опережающего развития "Агропромышленный комплекс" является также максимальная ресурсоэффективность, природосбережение, локализация полного производственного цикла, внедрение новейших технологий по утилизации навоза и помета. Достижение поставленных целей предусматривается решением комплекса задач, направленных на совершенствование экономических условий инвестирования в сельскохозяйственное производство и развитие государственно-частного партнерства и на этой основе осуществление модернизации и инновационного развития отраслей сельского хозяйства области (земледелия и животноводства). При этом следует отметить, что одним из наиболее важных условий успешного перехода к новой модели пространственного развития экономики Белгородской области является трансформация интеллектуально-творческого потенциала человека в ведущий фактор экономического роста и развития.

Руководителям и специалистам агропромышленных предприятий области в своей производственной деятельности приходится совмещать всё больше различных трудовых функций и компетенций, принимать решения, которые требуют разносторонних знаний, умений и навыков. Недостаток последних приводит к неэффективной работе и выполнению поставленных задач, способствует повышению у работника стрессов и энергетических затрат, связанных с работой, снижению мотивации труда в целом. В то же время на региональном рынке труда Белгородской области имеет место дисбаланс между спросом и предложением рабочей силы, несмотря на рост вакансий за последние несколько лет. Основные причины - нарастающий дефицит квалифицированных кадров, серьезные деформации профессиональной структуры и низкое качество рабочей силы. Поэтому структурная диверсификация экономики региона на основе инновационного технологического перевооружения, выделение приоритетных секторов и сегментов специализации, развития новых инновационно ориентированных производств должна базироваться на обеспечении методической, информационно-консультационной и образовательной поддержки реализации кластерной политики. При этом профессиональная направленность подготовки, уровень квалификации специалистов, их первичная подготовка для конкретных инновационных программ – являются наиболее эффективным инструментом реализации макроэкономических и макросоциальных ориентиров

стратегического развития региона. Только таким образом возможно обеспечение наиболее полного соответствия структуры специалистов структуре рабочих мест с учётом всего спектра требований, предъявляемых к качеству рабочей силы [19, 20].

Результаты. Эффективное обучение персонала организации помимо обеспечения эффективного внедрения инноваций и повышения прибыльности производства, имеет ряд важных последствий, такие как сплочение и улучшение социально-психологического климата в коллективе, более полное использование творческого потенциала работников, формирование их организационной культуры и поведения которые способствуют успешному достижению организационных целей, заинтересованности сотрудников в результатах труда. Именно на решение комплекса этих задач ориентирована работа института переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса Белгородского ГАУ Сегодня институт является ведущим государственным образовательным учреждением по профессиональной переподготовке и повышению квалификации руководителей и специалистов АПК Белгородской области. Будучи структурным звеном консорциума образовательной системы области, он обеспечивает реализацию кадровой политики, проводимой административными органами, способствует формированию высококвалифицированного кадрового потенциала специалистов сельского хозяйства различных категорий: от руководителей производства всех уровней до специалистов массовых профессий различного направления деятельности. Образовательная деятельность Института ведётся по двум основным направлениям: профессиональная переподготовка, которая направлена на получение компетенции необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности и приобретения новой квалификации. И второе – повышение квалификации, которое предусматривает совершенствование и получение новой компетенции необходимой для профессиональной деятельности и повышения профессионального уровня в рамках уже имеющейся квалификации.

Разработанная институтом инновационно-маркетинговая концепция и модель переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса в контексте кластерного развития агропромышленного комплекса области позволяет на высоком учебно-методическом уровне проводить обучение 28 должностных категорий работников, в том числе резерва руководящих кадров, антикризисных управляющих, зооветеринарных специалистов, руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий различных форм хозяйствования, инженерного профиля, специалистов различных направлений агрономической службы (главные агрономы, агрономы - апробаторы, агрономы по защите растений, агрономы – агрохимики, овощеводы), а также КФХ, ЛПХ, индивидуальных предпринимателей и другие. Так, за период с 2017 года обучения на базе Института прошли около восьми тысяч слушателей, в том числе профессиональной переподготовкой было охвачено более 300 человек. Программы переподготовки и повышения квалификации специалистов тесно отображают стратегические направления кластерного развития Белгородской области, согласовываются с Департаментом агропромышленного комплекса и воспроизводства окружающей среды Белгородской области. Так, в учебный процесс были внедрены такие качественно новые инновационные программы обучения, такие как "Реализация второго этапа биологизации земледелия: инновационные почво- и ресурсосберегающие технологии, цифровая трансформация растениеводства, АРМ агронома, снижение химической и механической нагрузки на почву, внедрение элементов органического земледелия и др.», «Совершенствование инженерно-технического обеспечения государственных программ развития сельского хозяйства Белгородской области», «Органическое сельское хозяйство – новая реальность в агропромышленном производстве», "Организация эффективного перерабатывающего предприятия в контексте устойчивого развития малых форм хозяйствования (старт ап, нормативно-правовая база, современные технологии)», «Технологические и регуляторные предпосылки развития технологий точного земледелия в Белгородской области», «Использование интернет-ресурсов, включая социальные сети, в целях рекламы и реализации продукции, производимой КФХ, ЛПХ, индивидуальными предпринимателями Белгородской области», и другие. В процессе обучения активно используются выездные обучения и мастер-классы непосредственно в пе-

редовых агропромышленных предприятиях области и за ее пределами. При этом обучение не ограничивается передачей работникам тех или иных знаний и развитием у них необходимых навыков, а способствует развитию у слушателей понимания перспектив усовершенствования организации и основных направлений деятельности, повышения уровня трудовой мотивации специалистов.

Обобщая изложенное, следует отметить, что ускорение научно-технического прогресса, характерное для современного высокоиндустриального общества, инициирует непрерывный процесс расширенного воспроизводства знаний, воплощаемых в человеческом капитале. Основной императивой поддержания образовательного процесса на качественно высоком уровне является повышение роли и значения системы переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса. Повышение квалификации, как основной способ обеспечения соответствия работников современному уровню развития науки и техники, должно быть ориентировано на получение и применение новых знаний, трансфер современных инноваций в производство и экономику, совершенствование существующей методологии переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса в контексте кластерного развития АПК региона. Только высококвалифицированный и высокомотивированный персонал, знания и опыт которого постоянно обновляются и совершенствуются является решающим фактором развития предприятия, повышения его конкурентоспособности, инновационного развития агропромышленного производства области и страны в целом. было выше.

Заключение. Стратегические направления совершенствования методологии переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов агробизнеса необходимо реализовывать в контексте кластерного развития АПК региона, что существенно повысит эффективность и результативность обучения, позволит улучшить качество дополнительного профессионального образования, его востребованность производством, выявляет все имеющиеся возможности подразделений дополнительного профессионального образования и приводит к росту конкурентоспособности на образовательном рынке.

Библиография

1. Змеёв С.И. Андрогогика: основы теории и технологии обучения взрослых. – М.: ПЕРСЭ, 2003. – 207 с.
2. Меморандум непрерывного образования Европейского Союза // Общество «Знание России». – 2001. [Эл.рес]. URL: <http://www.znanie.org/docs/memorandum.html>.
3. Широкова И.Э. Современные подходы к оценке эффективности подготовки специалистов в учреждениях дополнительного профессионального образования // Профессиональное образование и методика обучения. – 2011. – С 207–211;
4. Дутов А.И., Родионов В.Я., Белогурова Н.А., Хохлова Т.А. Совершенствование методологии переподготовки и повышения кадров агробизнеса в контексте кластерного развития АПК Белгородской области.
5. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. – М.: Academia, 2004 . – 944 с;
6. Гриценко В.С. Теория постиндустриального общества в современной зарубежной науке: Пермь : ПГУ, 2009. – 116 с;
7. Орлов В.В., Гриценко В.С. Постиндустриальное общество и проблема труда// Философия и общество, №3, 2012.–С. 60–78;
8. Complexity, Global Politics and National Security / ed. by D. Alberts, T. Czerwinski. – Washington, D.C., 1997. – P. 874;
9. Н. Н. Моисеев. Расставание с простотой.- М.: Аграф, 1998. – 480 с.
10. Иноземцев В.Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия. – Москва: Логос, 2000, 304 с;
11. Кастельс М. Информационная эпоха: Экономика, общество и культура: Пер. с английского под науч. Ред. О.И. Шкаратана. – И.: ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с;
12. Дутов А.И., Родионов В.Я., Белогурова Н.А. Система переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса в контексте инновационного развития АПК Белгородской области // Белгородский агромир.–№ 6(101), 2016.– С. 19–21;
13. Филиппова Л. Д. Высшая школа США.- М.: Изд-во "Наука", 1981, 328 с;
14. Phillips J. Return on Investment / – Houston: Gulf Publishing, 1997. – 127 p;
15. Буциор И.В. Самообразовательная деятельность студентов – основа непрерывного образования //Непрерывное профессиональное образование: Теория и практика. Сборник статей по материалам V международной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей: Москва - Берлин- DirectMedia, 2014 . - С. 398 - 406;
16. Постановление Правительства Белгородской области от 25 января 2010 года N 27-пп «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?base=RLAW404&dst=&n=17304&req;
17. Заркович А.В. Кластерный подход к формированию региональных инновационных систем (на примере Белгородской области) // Экономика, предпринимательство и право. – 2012. – Том 2. – № 6. – С. 9-22;
18. Дорохова Е.И., Акопян А.Э.. Развитие конкурентоспособности Белгородской области на основе кластерного подхода // Актуальные проблемы экономики в условиях реформирования современного общества :

материалы IV междунар. науч.-практ. конф., посвященной 140-летию со дня основания НИУ БелГУ, Белгород, 25 нояб. 2015 г. / НИУ БелГУ; под науч. ред. Е.В. Никулиной. - Белгород, 2016. - С. 62-65;

19. Магура М.И. Обучение персонала как конкурентное преимущество. М.И. Магура, М.Б. Курбатова: Москва Интел-Синтез, 2004г - с. 20- 45;

20. Варламова Е. Как и зачем обучают персонал //Кадровое дело, февраль 2005 г., № 2 с. 41-47.

References

1. Zmeyov S.I. Androgogy: Foundations of Theory and Technology of Adult Learning. - M.: PERSE, 2003.- 207 p.
2. Memorandum of Continuing Education of the European Union // Knowledge of Russia Society. - 2001. [e-resource]. URL: <http://www.znanie.org/docs/memorandum.html>.
3. Shirokova I. Modern approaches to effectiveness of specialists training evaluation in the additional professional education institutions // Professional education and teaching methods. - 2011. – P. 207 – 211;4. Dutov A.I., Rodionov V.Ya., Belogurova N.A., Khokhlova T.A. Perfection the methodology retraining and qualification improving of agribusiness personnel in the context of cluster development of agroindustrial complex the Belgorod region.
5. Bell D. The Coming Post-Industrial Society. - M. : Academia, 2004 .- 944 p.;
6. Gritsenko V.S. The theory of postindustrial society in modern foreign science: Perm: PSU, 2009. - 116 p;
7. Orlov V.V., Gritsenko V.S. Postindustrial society and the problem of labor // Philosophy and Society. - No. 3, 2012. - P. 60 - 78;
8. Complexity, Global Policy and National Security / ed. D. Alberts, T. Chervinski. - Washington, DC, 1997. - S. 874; 9.N.N. Moiseev. Parting with simplicity.- M. : Agraf, 1998. - 480 p.
9. N. Moiseev. Parting with simplicity. - M. : Agraf, 1998. - 480 p.10. Inozemtsev V.L. Modern post-industrial society: nature, contradictions. - Moscow: Logos, 2000, 304 p.;
11. Castells M. Information Age: Economy, Society and Culture: GU Higher School of Economics, 2000. - 608 p;
12. Dutov A.I., Rodionov V.Ya., Belogurova N.A. The system of retraining and advanced training of agribusiness personnel in the context of innovative development of the agro-industrial complex of the Belgorod region // Belgorod agromir. - No. 6 (101), 2016. - P. 19 - 21;
13. Filippova L. D. Higher School in the USA. - M. : Publishing house "Science," 1981, 328 p;
14. Phillips J. Return on Investment / - Houston: Gulf Publishing, 1997. - 127 p;
15. Butsiar I.V. Self-educational activity of students - the basis of Continuing Education // Continuous professional education: Theory and practice. Collection of articles based on the materials of the V international scientific and technical conference of students, undergraduates, graduate students and teachers: Moscow - Berlin - DirectMedia, 2014. - S. 398 - 406;
16. Decree of the Government of the Belgorod region from January 25, 2010 N 27-pp "On approval of the strategy of socio-economic development of the Belgorod region for the period up to 2025" [E-resource]. –Access mode: www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?base=RLAW404&dst=&n=17304&req;
17. Zarkovich A.V. Cluster approach to the formation of regional innovation systems (on the example of the Belgorod region) // Economics, business and law. - 2012. - Volume 2. - No. 6. - P. 9-22;
18. Dorokhova E.I, Akopyan A.E. Development of the competitiveness of the Belgorod region based on the cluster approach // Actual problems of the economy in the context of modern society reforming: materials of the IV international. Scientific and practical Conf., dedicated to the 140th anniversary of the founding of the National Research University BelSU, Belgorod, 25 nov. 2015 / NRU BelGU; under scientific. ed. E.V. Nikulina. - Belgorod, 2016.- P. 62-65;
19. Magura M.I., Kurbatova M.B. Personnel training as a competitive advantage. – M., Intel-Sintez, 2004 - P. 20- 45;
20. Varlamova E. How and why the personnel are trained // Personnel business, February 2005, № 2. – 41- 47.

Сведения об авторах

Дутов Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, начальник отдела ДПО института переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.16, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7 4722 39-22-34, e-mail: ipkabsaa@mail.ru;

Косов Александр Владимирович, кандидат биологических наук, И.о.директора института переподготовки и повышения квалификации кадров агробизнеса ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.16, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7 4722 39-21-30 e-mail: ipkabsaa@mail.ru;

Пузанова Лариса Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и эпидемиологии НИУ БелГУ, ул. Победы 85, г. Белгород, Россия, 308015, тел. +7 4722 301300 e-mail: Puzanova_L@BSU.edu.ru.

Information about authors

Dutov Alexander I., Dr. Sci. (Agriculture), professor, Head of the Department of Additional Professional Education, Institute of retraining and advanced training of agribusiness personnel, Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», Vavilova str., 16, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-34, e-mail: ipkabsaa@mail.ru;

Kosov Alexander Vladimirovich, Dr. (Ph) (Biology), Acting director of the Institute of retraining and advanced training of agribusiness personnel, Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», Vavilova str., 16, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-34, e-mail: ipkabsaa@mail.ru;

Puzanova Larisa Anatolievna, Dr. (Ph) (Medicine), Associate Professor, Cathedra of Hygiene and Epidemiology, National Research University BelSU, Pobedi str. 85, Belgorod, Russia, 308503, tel. +7 4722 301300 e-mail: Puzanova_L@BSU.edu.ru

УДК 633.16«321»:631.559:631.82

С.И. Смуров, О.В. Григоров, С.Н. Ермолаев, В.Н. Наумкин, А.Н. Крюков

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию предшественников и минеральных удобрений на продуктивность ярового ячменя. Полевые опыты были проведены в 2018-2020 гг. в лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ им. В.Я. Горина. Объект исследований – сорт ярового ячменя Княжич. Предметом исследований являлись предшественники и минеральные удобрения. Согласно схеме полевого опыта изучались следующие предшественники: кукуруза на зерно (контроль), подсолнечник, сахарная свекла и соя на низком фоне $N_{10}P_{10}K_{10}$ минерального питания, среднем $N_{30}P_{30}K_{30}$, высоком $N_{50}P_{50}K_{50}$ и интенсивном $N_{70}P_{70}K_{70}$. Внесение основной дозы минеральных удобрений производили осенью под чизелевание, и весной при посеве $N_{10}P_{10}K_{10}$. Установлено, что предшественники и минеральные удобрения оказали влияние на запасы продуктивной влаги, агрофизические свойства почвы, засоренность посевов, урожайность ячменя и элементы структуры урожая ярового ячменя. Запасы продуктивной влаги на период посева и уборки были наибольшими по кукурузе на зерно и подсолнечнику, а на период уборки сахарной свеклы и сое. Оптимальная плотность почвы к концу вегетации отмечена после сахарной свеклы $1,10 \text{ г/см}^3$. По остальным предшественникам почва равномерно уплотнялась до равновесного состояния, и также приближалась к оптимальным значениям $1,03-1,06 \text{ г/см}^3$. Установлено, что от посева к уборке содержание агрономически ценной фракции ($0,25-10 \text{ мм}$) повышалось, а пылевой ($<0,25 \text{ мм}$) и агрегатов ($>10 \text{ мм}$) снижалось. Коэффициент структурности от посева к уборке по всем предшественникам повышался до оптимального значения. Наименьшая засоренность посева сорняками были после сахарной свеклы и сои, в то время как после подсолнечника и кукурузы на зерно количество сорняков и их воздушно-сухая масса была выше практически в два раза. Урожайность ярового ячменя принимала наибольшее значение при его возделывании после сахарной свеклы и сои по всем фонам минеральных удобрений, которая составляла $5,48 \text{ т/га}$ при внесении $N_{50}P_{50}K_{50}$ и $5,32 \text{ т/га}$ при внесении $N_{70}P_{70}K_{70}$ соответственно предшественникам. Высота растений ярового ячменя, масса зерен с колоса и его длина зависели от предшественников и доз минеральных удобрений, в то время как число зерен находилось в прямой зависимости от норм внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: яровой ячмень, предшественники, минеральные удобрения, запасы продуктивной влаги, структура и плотность почвы, засоренность посевов, урожайность зерна, структура урожая.

AGROPHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL, WEEDING AND YIELD OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE PRECEDERS AND MINERAL FERTILIZERS

Annotation. The results of studies on the influence of predecessors and mineral fertilizers on the productivity of spring barley are presented. Field trials were carried out in 2018-2020 in the laboratory for the study of farming systems of the Belgorod GAU named after V.Ya. Gorin. The object of research is the spring barley variety Knyazhich. The subject of research was the predecessors and mineral fertilizers. According to the scheme of the field experiment, the following predecessors were studied: corn for grain (control), sunflower, sugar beet and soybeans on a low background of mineral nutrition $N_{10}P_{10}K_{10}$, average $N_{30}P_{30}K_{30}$, high $N_{50}P_{50}K_{50}$ and intensive $N_{70}P_{70}K_{70}$. The main dose of mineral fertilizers was applied in the fall for chisel-growing, and in the spring with $N_{10}P_{10}K_{10}$ sowing. It was found that predecessors and mineral fertilizers influenced the reserves of productive moisture, agrophysical properties of the soil, weediness of crops, yield of barley and elements of the structure of the yield of spring barley. The reserves of productive moisture for the sowing and harvesting period were the highest for corn for grain and sunflower, and for the period of harvesting for sugar beets and soybeans. The optimum soil density by the end of the growing season was noted after sugar beet 1.10 g/cm^3 . For the rest of the predecessors, the soil was uniformly compacted to an equilibrium state, and also approached the optimal values of $1.03-1.06 \text{ g/cm}^3$. It was found that from sowing to harvesting, the content of the agronomically valuable fraction ($0.25-10 \text{ mm}$) increased, and the silty fraction ($<0.25 \text{ mm}$) and aggregates ($> 10 \text{ mm}$) decreased. The structure coefficient from sowing to harvesting for all predecessors increased to the optimal value. The smallest contamination of sowing by weeds was after sugar beet and soybeans, while after sunflower and corn for grain, the amount of weeds and their air-dry weight was almost twice as high. The yield of spring barley took the greatest value when cultivated after sugar beet and soybeans for all backgrounds of mineral fertilizers, which amounted to 5.48 t/ha with the application of $N_{50}P_{50}K_{50}$ and 5.32 t/ha with the application of $N_{70}P_{70}K_{70}$, respectively, to the predecessors. The height of spring barley plants, the weight of grains per ear and its length depended on the predecessors and doses of mineral fertilizers, while the number of grains was directly dependent on the rates of application of mineral fertilizers. Which was 5.48 t/ha with the application of $N_{50}P_{50}K_{50}$ and 5.32 t/ha with the application of $N_{70}P_{70}K_{70}$, respectively, to the predecessors. The height of spring barley plants, the weight of grains per ear and its length depended on the predecessors and

doses of mineral fertilizers, while the number of grains was in direct proportion to the rates of application of mineral fertilizers.

Keywords: spring barley, predecessors, mineral fertilizers, reserves of productive moisture, soil structure and density, weediness of crops, grain yield, crop structure.

Введение. Яровой ячмень (*Hordeum sativum L.*) – широко распространенная, высокопродуктивная яровая зерновая культура в Центрально-Черноземном регионе Российской Федерации. Зерно ячменя – ценное сырье для производства солодового экстракта, круп, комбикормов сельскохозяйственным животным и птицам [1, 2].

В связи с интенсивным развитием животноводческого комплекса в Центрально-Черноземном регионе, и в Белгородской области, в частности, перед сельхозпроизводителями зерна ячменя стоит задача повышения урожайности и качества фуражного зерна ярового ячменя. При возделывании этой зерновой культуры важными элементами технологии возделывания являются предшественники и минеральные удобрения, которые играют первостепенную роль в повышении величины и качества урожаев [3]. Минеральные удобрения важный регулируемый приём, оказывающий значительное влияние на направленное управление ростом и развития растений и формирования высокого урожая надлежащего качества. Научно-обоснованное применение удобрений существенно повышают устойчивость растений к болезням, урожайность и качество зерна ярового ячменя [4]. Показатели качества зерна формируются в полевых и могут изменяться в зависимости от почвенно-климатических условий, доз минеральных удобрений. Исследованиями Любек Н.И. и Седякова М.В. в 2019 году было установлено, что на дерново-подзолистых почвах при увеличении дозы минеральных удобрений до N₉₀P₉₀K₉₀ технологические показатели зерна увеличиваются (масса 1000 зерен и натура). Зерно ячменя становится полновесным и более тяжелым [5]. В течение вегетационного периода метеорологические условия в значительной степени воздействуют на качественные показатели зерна ярового ячменя. Установлено, что увеличение массы 1000 зерен наблюдается при росте гидротермического коэффициента. Наблюдается заметное снижение массы 1000 зерен в условиях водного дефицита во время налива зерна [6].

По мнению А.Б. Бабунова и А.Е. Бадина применение сочетания азотных, фосфорных и калийных удобрений в возрастающих дозах с 30 до 120 кг д. в. на 1 га на сорте Саншайн увеличивало по сравнению с контрольным вариантом показатели массы 1000 зерен на 1,3-5,3 г и натуры зерна на 13-33 г/л [7]. Качество зерна ярового ячменя в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий и особенности сорта. Но в то же время на качественные показатели зерна ячменя можно влиять рядом агротехнических приёмов, в том числе и применением минеральных удобрений. Совместное применение азотных, фосфорных и калийных удобрений способствует повышению крупности зерна. Внесение же азотных удобрений уменьшает натуру и крупность семян (массу 1000 зёрен) [8]. Рост и развитие растений ярового ячменя происходит совместно с сорняками, которые оказывают негативное влияние как на урожайность культуры, так и ухудшают качество получаемой продукции. Это влияние является следствием многих причин: сорные растения затеняют культурные, расходуют влагу и питательные вещества в почве, формируют очаги вредителей и болезней. Большой вред от расходования воды на создание биомассы сорных растений посева ячменя ощущают в засушливые годы, когда влага находится в первом минимуме и, соответственно, определяют величину и качество урожая [9, 10, 11]. В адаптивном растениеводстве борьба с сорняками в посевах ячменя важный агротехнический прием. Это означает поддержание сорных растений на уровне, который не оказывал негативного влияния на растения, урожайность и качество зерна [12, 13, 14].

В условиях региона сдерживающим фактором повышения продуктивности зерновых культур, в том числе и ячменя, является засоренность посевов. При размещении ячменя по пропашным предшественникам резко возрастает число, как однолетних ранних, так и поздно прорастающих яровых сорняков. Для борьбы с ними необходимо севооборотов с использованием основных технологических приемов: предшественников, удобрений и средств защиты растений. Только на чистых от сорняков полях можно получать высокие и устойчивые

урожаи [15, 16, 17, 18]. Сорные растения оказывает прямой и косвенный вред растениям ярового ячменя. Они снижают урожайность и ухудшают качество зерна в результате большей конкуренции за факторы жизни растений и питательные вещества; вызывает полегание растений, увеличивает затраты на уборку и доработку зерна [19, 20, 21]. Зерновые культуры возделываются в посевах, в которых неотъемлемой частью являются сорные растения. По данным Захаренко В. А. [16] сорняки так же, как и культурные растения, потребляют из почвы большое количество основных питательных веществ: макро- и микроэлементов, ухудшая условия питания зерновых культур. Влияние полевых культур на засоренность связано с их конкурентоспособностью. Культуры по этому признаку Воробьев С.Н. [22] условно разделил на три группы: обладающие высокой конкурентоспособностью по отношению ко многим сорнякам (озимые и многолетние травы), средней (ячмень, овес, люпин, кукуруза) и слабой (яровая пшеница, просо, лен, картофель, горох, сахарная свекла). Возделывание ярового ячменя в севооборотах в сочетании с рациональными приемами в значительной степени улучшает фитосанитарное состояние почвы и посевов, повышает урожайность и качество зерна [23]. Для целесообразности применения химических средств защиты растений учитывают экономические пороги вредоносности, которые выражаются числом сорных растений на 1 м² посева. Достижение или превышение его свидетельствует об оправданности применения гербицидов в борьбе с ними. Для ярового ячменя экономический порог вредоносности сорных малолетних двудольных сорняков составляет 30-40 шт./м², многолетних двудольных сорных растений 2-4 розетки на 1 м², что составляет около 7 % проектного покрытия почвы. Превышение засоренности посевов регулируется комплексными агротехническими и агрохимическими средствами в современном растениеводстве [21].

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению влияния предшественников и минеральных удобрений на продуктивность ярового ячменя проводились в 2018-2020 гг. на стационарном опытном поле Белгородского ГАУ в засушливых погодных условиях вегетации.

Почва опытного участка чернозем типичный, среднесуглинистого гранулометрического состава со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном слое 4,9%, гидролизующего азота 156,5 мг/кг почвы, подвижного фосфора 228,4 мг/кг почвы, обменного калия 181,3 мг/кг почвы, обменного магния 12,77 мг/кг почвы, подвижной серы 2,27 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки 6,0, гидролитическая кислотность 2,21 мг.-экв./100 г почвы, сумма поглощенных оснований 39,1 мг.-экв./100 г почвы.

Влияние предшественников и минеральных удобрений изучалось на рекомендованном в 5 регионе высокопродуктивном пивоваренном среднеспелом сорте ярового ячменя Княжич. Посевная площадь делянки в опыте 51 м², учетной 50 м². Размещение делянок было систематическим в трехкратной повторности. Сеяли яровой ячмень при достижении почвой физической спелости сеялкой СЗ-3,6 с шириной междурядий 15 см и глубиной посева 4-5 см, нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на 1 га.

В полевом опыте изучалось действие двух факторов: предшественников и фонов минеральных удобрений. Фактор А (предшественники) имел четыре градации: 1 – кукуруза на зерно (контроль); 2 – подсолнечник; 3 – сахарная свекла; 4 – соя. Фактор В (фоны минеральных удобрений) также имел четыре градации: 1 – N₁₀P₁₀K₁₀ (низкий фон); 2 – N₃₀P₃₀K₃₀ (средний фон); 3 – N₅₀P₅₀K₅₀ (высокий фон); 4 – N₇₀P₇₀K₇₀ (интенсивный фон).

Определение основных фенологических фаз роста и развития растений осуществляли визуально по всем вариантам опыта в двух несмежных повторениях [24]. Учёт засоренности посевов проводили количественно-весовым методом [25]. Запасы продуктивной влаги в почве определяли термостатно-весовым методом. Макроагрегатный анализ почвы проводили по методу Н. И. Савинова. Плотность почвы определяли методом, разработанным Н. А. Качинским. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [26].

Технология возделывания ярового ячменя была общепринятой для Белгородской области. После уборки предшественников под основную обработку почвы зерновой сеялкой СЗ-

3,6 были внесены минеральные туки в виде азофоски. Весной при физической спелости почвы проводили шлейфование агрегатом из борон ШБ-2,5 и ВНИС-Р, со шлейфами. Предпосевную подготовку почвы проводили лапчатыми боровами ВНИС-Р в комплекте с выравнивающей цепью. Посев ярового ячменя проводили зерновой сеялкой СЗ-3,6 с одновременным внесением азофоски из расчета N₁₀P₁₀K₁₀.

Защиту посевов ячменя от сорняков в 2018 году проводили в фазу кущения растений гербицидом Балерина Нью (0,4 л/га), в 2019 году 15 мая по предшественникам соя и сахарная свекла баковой смесью из гербицидов Гран При (25 г/га) и Ластик Экстра (0,8 л/га) с поверхностно активной добавкой Лип (0,2 л/га). По предшественникам подсолнечник и кукуруза на зерно использовали препараты Сварог (0,5 л/га) и Ластик Экстра (0,8 л/га) в соответствии с видами сорняков. В 2020 года яровой ячмень был обработан гербицидами Агроксон (0,8 л/га) и Ластик Экстра (1,0 л/га) совместно с фунгицидом Ракурс (0,4 л/га). Засоренность посева определили перед обработкой гербицидами (фаза кущения) и в фазу полной спелости зерна перед уборкой культуры.

Метеорологические условия в годы проведения полевых опытов отличались от среднеемноголетних значений по тепловому режиму и количеству осадков. Средняя температура за вегетацию ярового ячменя превышала среднеемноголетние значения в 2018 году на 2,2 °С, 2019 году на 2,4 °С и 2020 году на 0,6 °С. Количество выпавших осадков за вегетацию ярового ячменя в 2018 году составило 293,2 мм, 2019 году 113,1 мм и 2020 году 172,5 мм, в то время как среднеемноголетняя сумма осадков составляла 193-233 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Вода является важным природным фактором, от которого зависит рост и развитие растений, продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и ярового ячменя. В Центрально-Черноземном регионе с неустойчивым увлажнением из всех основных факторов жизни растений, определяющих продуктивность зерновых культур, влага находится в дефиците. Поэтому для регулирования водного режима почвы необходим научно-обоснованный подход к подбору предшественников и доз минеральных удобрений.

Исследования по действию различных предшественников и доз минеральных удобрений проводились на агрофизические свойства черноземной почвы в сочетании с внесением различных доз минеральных туков. Изучались традиционные пропашные предшественники кукуруза на зерно, подсолнечник, сахарная свекла в сравнении с новым зерновым бобовым предшественником соей и их влияние на водные и агрофизические свойства почвы, продуктивность посевов ярового ячменя.

В результате проведенных полевых исследований в 2018-2020 гг. установлено, что под ячменем изменение запасов продуктивной влаги проходило неодинаково и довольно устойчиво по годам. На период посева ярового ячменя в слое почвы 0-30 см запасы продуктивной влаги были на хорошем уровне 44-46 мм по всем изучаемым предшественникам, в слое 0-100 см на высоком 160-167 мм по кукурузе на зерно и подсолнечнику и несколько ниже 160 мм по сахарной свекле и сое (табл. 1).

К концу вегетационного периода ярового ячменя запасы продуктивной влаги существенно уменьшались в слое почвы 0-30 см до 33-37 мм и 0-100 см до 111-120 мм, особенно на вариантах по сахарной свекле и сое с высокой урожайностью зерна ячменя, посевы которых более активно использовали влагу.

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в почве на период посева и уборки ярового ячменя, мм (2018-2020 гг.)

Предшественники (фактор А)	Фон минерального питания (фактор В)	На период посева		На период уборки	
		Слой почвы, см			
		0-30	0-100	0-30	0-100
Кукуруза на зерно (контроль)	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀ (контроль)	48	166	31	119
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	44	161	33	119
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	46	164	33	119
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	47	172	36	123
	Среднее	46	166	33	120
Подсолнечник	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	47	167	34	120

	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	44	164	35	119
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	45	165	39	122
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	48	172	39	120
	Среднее	46	167	37	120
Сахарная свекла	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	42	159	34	116
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	43	155	36	116
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	43	160	37	117
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	49	166	39	116
	Среднее	44	160	37	116
Соя	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	44	155	30	111
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	46	158	35	108
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	44	158	38	109
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	46	166	42	116
	Среднее	45	160	37	111

Плотность почвы также играет большую роль в процессе вегетации растений ярового ячменя, определяет водные и воздушные свойства почвы. Поэтому изучение плотности сложения приобретает большое значение для правильного выбора предшественников и доз минеральных удобрений. Оптимальной для ярового ячменя считается плотность почвы 1,1-1,2 г/см³. В наших исследованиях в засушливых условиях 2018-2020 гг. плотность почвы отличалась незначительно. На период посева в слое 0-30 см она варьировала в пределах 0,90-0,94 г/см³ и соответствовала рыхлому сложению почвы, а на время уборки ячменя повышалось до оптимального 1,03-1,10 г/см³ (табл. 2).

Таблица 2 – Плотность и структура почвы в слое 0-30 см на период посева и уборки ярового ячменя в зависимости от предшественника (2018-2020 гг.)

Предшественник	Плотность почвы, г/см ³	Содержание агрегатов, %		Коэффициент структурности
		0,25-10, мм	(<0,25) + (>10) мм	
На период посева				
Кукуруза на зерно (контроль)	0,90	39,6	60,4	0,66
Подсолнечник	0,91	40,0	60,0	0,67
Сахарная свёкла	0,92	39,2	60,8	0,64
Соя	0,94	40,5	59,5	0,68
Среднее	0,92	39,8	60,2	0,67
На период уборки				
Кукуруза на зерно (контроль)	1,06	48,8	51,2	0,95
Подсолнечник	1,03	48,4	51,6	0,94
Сахарная свёкла	1,10	47,7	52,3	0,91
Соя	1,06	47,8	52,2	0,92
Среднее	1,06	48,2	51,8	0,93

Примечание: структура и плотность почвы приведены при дозе удобрений N₅₀P₅₀K₅₀

На время посева наиболее оптимальная плотность отмечена по сахарная свекла и соя и равнялась 0,92 и 0,94 г/см³. На контрольном варианте (кукуруза на зерно) плотность пахотного слоя почвы была более рыхлой 0,90 г/см³. На конец вегетации во время уборки оптимальная плотность почвы отмечена после сахарной свеклы 1,10 г/см³. По остальным предшественникам кукурузе на зерно, подсолнечнику и сое почва равномерно уплотнялась до своего равновесного состояния и также приближалась к оптимальным значениям 1,03-1,06 г/см³ для ярового ячменя.

Структурно-агрегатный состав почвы также играет важную роль в росте и развитии растений ярового ячменя. От него сильно зависят водный, воздушный и тепловой режимы почв, основные физико-механические свойства почвы. В почве с хорошей структурой создаются благоприятные условия для интенсивного роста и развития растений [13].

В проведенных исследованиях по изучению влияния предшественников на продуктивность ярового ячменя структура почвы отличалась незначительно. А строение пахотного слоя почвы, которое было сформировано предшественниками, имело прямую зависимость от

её структурности. От посева к уборке ярового ячменя содержание агрономически ценной фракции по предшественникам повышалось с 39,2-40,5 до 47,7-48,8 %, а пылеватой фракции размером менее 0,25 мм и агрегатов более 10 мм снижалось с 59,5-60,8 до 51,2-52,3 %. Коэффициент структурности на время посева по всем предшественникам варьировала от 0,64 до 0,68, а ко времени уборки повышался до оптимальных значений 0,91-0,95. Результатами исследований было также установлено, что предшественники и минеральные удобрения оказывали непосредственное влияние засоренность посева, рост и развитие растений, урожайность зерна ярового ячменя. Видовой и количественный состав сорной растительности находились в прямой зависимости от изучаемых предшественников. Минеральные удобрения, применяемые в различных дозах, на фоне средств защиты оказывали меньшее влияние на численность сорняков, и большее на их воздушно-сухую массу (табл. 3 и 4).

Предшественники во многом оказывают влияние, которое выражается в характере и уровне засоренности следующей культуры. По результатам количественно-вещного учета засоренности было установлено, что предшествующие культуры влияли на видовой состав сорной растительности. В посевах культуры сорный агроциноз был представлен однолетними двудольными и однодольными сорняками: марью белой (*Chenopodium album L.*), щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus L.*), фиалкой полевой (*Viola arvensis Murray*), чистецом однолетним (*Stachys annua (L.) L.*), яруткой полевой (*Thlaspi arvense L.*), подмаренником цепким (*Galium aparine L.*), ежовником обыкновенным (*Echinochloa crusgalli (L.) Beauv.*), щетинном сизым (*Setaria pumila (Poir.) Roem. et Schult.*) и овсом пустым (*Avena fatua L.*). Также встречались и многолетние двудольные виды сорных растений, которые были представлены в основном бодяком полевым (*Cirsium arvense (L.) Scop*) и осотом полевым (*Sonchus arvensis L.*). В посевах ярового ячменя их количество было единичным. Следует также отметить, что после масличного предшественника подсолнечник в посевах ярового ячменя засорителем являлись и всходы падалицы подсолнечника (*Heliánthus ánnuus L.*).

Полученные в результате проведенных исследований данные, позволяют утверждать, что изучаемые предшественники оказывали различное влияние на уровень засоренности посевов ярового ячменя. В среднем за 2019-2020 гг. численность сорной растительности в период применения гербицидов (растения вступили в фазу кущения) по предшественникам и фонам минерального питания составила по кукурузе на зерно 119 шт./м², подсолнечнику 68 шт./м², сахарной свекле 53 шт./м² и сое 161 шт./м², что превышало порог вредоносности для ярового ячменя. В посевах ячменя преобладали однолетние двудольные сорняки, в то время как доля многолетних была незначительной 2-4 шт./м². Воздушно-сухая масса сорной растительности также находилась в зависимости от предшественников. Наименьшая масса однолетних и многолетних сорных растений 9,9 г/м² была получена по сахарной свекле, а наибольшая по кукурузе на зерно, 22,7 г/м². По предшественникам подсолнечник и соя их масса составляла 12,2 г/м² и 15,2 г/м² соответственно. Масса многолетних двудольных сорняков была незначительной 0,4-1,0 г/м².

Исходя из видового состава сорной растительности в посевах ярового ячменя определялась система борьбы с ней. Считается, что критический период у ярового ячменя к сорнякам проявляется от фазы кущения до колошения, что вызывает необходимость их уничтожения гербицидами в этот период.

Таблица 3 – Засоренность посевов ярового ячменя перед обработкой гербицидами в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, (2019-2020 гг.)

Предшественник	Фон минерального питания	Число и масса сорняков		Число и масса сорняков			
				однолетние		многолетние	
		шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Кукуруза на зерно (контроль)	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀ (контроль)	116	21,5	114	20,9	2	0,6
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	118	21,3	115	20,4	3	0,9
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	121	24,0	117	23,0	4	1,0
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	122	24,0	118	23,0	3	1,0
	Среднее	119	22,7	116	21,8	3	0,9
Подсолнечник	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	64	10,3	61	9,4	3	0,9

	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	65	12,0	62	11,2	3	0,8
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	71	13,0	69	12,4	2	0,6
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	72	13,8	70	13,2	2	0,6
	Среднее	68	12,2	65	11,5	3	0,7
Сахарная свекла	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	50	9,1	48	8,6	2	0,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	51	9,2	50	8,6	1	0,6
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	54	10,6	52	10,0	2	0,6
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	56	10,6	54	10,2	2	0,4
	Среднее	53	9,9	51	9,4	2	0,5
Соя	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	157	13,5	154	12,9	3	0,6
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	160	15,2	158	14,6	2	0,6
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	162	16,1	159	15,7	3	0,4
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	165	16,2	162	15,6	3	0,6
	Среднее	161	15,2	158	14,7	3	0,5

Комплексное применение гербицидов в 2019-2020 гг. в фазу кущения ячменя снижало засоренность посевов к уборке в среднем в 3,9-6,6 раза. Ко времени уборки ярового ячменя численность сорных растений существенно снизилась на всех вариантах опыта относительно учета перед обработкой гербицидами (фаза кущения ярового ячменя) до уровня, который не превышал экономический порог вредоносности. Наименьшее число сорных растений отмечено по сахарной свекле 9 шт./м², наибольшее по сое 41 шт./м². Следует отметить, что по предшественнику соя сорные растения в посеве ячменя находились в начальных фазах развития (семядоли, фаза первого листа). По предшественникам кукурузе на зерно и подсолнечнику число сорняков в посеве составило 18 и 15 шт./м² соответственно. Засоренность посевов ячменя на всех вариантах опыта снижалась не только в результате гибели всходов однолетних двудольных и однодольных видов, но и многолетних сорняков.

По результатам проведенных исследований в 2019-2020 гг. определено, что применяемые гербициды, изучаемые в опыте предшественники и виды сорных растений оказывали различное влияние на их массу к моменту уборки урожая ярового ячменя. По полученным данным при определении воздушно-сухой массы сорняков показало, что наименьшие значения она принимала по предшественнику сахарная свекла 8,9 г/м², что было в 2,2 раза меньше, чем в контрольном варианте кукурузе на зерно. По предшественникам соя и подсолнечник она повышалась до величины 11,6 и 13,0 г/см². Наибольшая воздушно-сухая масса была отмечена по кукурузе на зерно, которая составила 19,8 г/м². Большая часть воздушно-сухой массы сорных растений была представлена в основном однолетними двудольными видами и по предшественникам варьировала от 8,4 до 20,0 г/м². Воздушно-сухая масса многолетних сорняков была значительно ниже и составляла 0,3-0,9 г/м², их доля в общей массе была незначительной и не превышала экономический порог их вредоносности, равный 6,0 г/м².

Таблица 4 – Засоренность посевов ярового ячменя перед уборкой в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, (2019-2020 гг.)

Предшественник	Фон минерального питания	Число и масса сорняков		Число и масса сорняков			
				однолетние		многолетние	
		шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Кукуруза на зерно (контроль)	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀ (контроль)	19	19,6	18	19,3	1	0,3
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	18	19,5	17	19,0	1	0,5
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	17	20,6	16	20,0	1	0,6
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	19	19,4	18	18,4	1	0,5
	Среднее	18	19,8	18	19,2	1	0,6
Подсолнечник	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	14	10,8	13	10,3	1	0,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13	13,2	12	12,3	1	0,9
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	15	14,1	14	13,3	1	0,8
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	16	13,8	15	13,6	1	0,8
	Среднее	15	13,0	14	12,3	1	0,7
Сахарная свекла	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	8	8,1	7	7,8	1	0,3
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7	8,9	6	8,6	1	0,3

	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	10	9,3	8	8,4	2	0,9
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	8	9,3	7	8,7	1	0,7
	Среднее	9	8,9	8	8,4	1	0,6
Соя	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	38	10,3	37	10,0	1	0,3
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	40	11,6	39	11,3	1	0,3
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	41	12,2	40	11,6	1	0,6
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	43	12,1	42	11,7	1	0,4
	Среднее	41	11,6	40	11,1	1	0,5

Установлено, что фоны минерального питания оказывали меньшее влияние на сухую массу сорняков, чем предшественники. Комплексное применение гербицидов препятствовало развитию сорняков на протяжении времени от фазы кущения растений и спустя 15-20 дней после обработки посевов, что в дальнейшем позволило растениям ярового ячменя обогнать в росте и развитии сорняки и повысить с ними свою конкуренцию за питательные вещества, влагу, свет и тепло на всех вариантах опыта.

Таким образом, наиболее благоприятное фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя как перед обработкой гербицидами, так и ко времени его уборки обеспечивали предшественники сахарная свекла и соя, в то время как подсолнечник и кукуруза на зерно его ухудшали. Влияние минеральных удобрений на количественно-видовой состав, а также вегетативную массу сорняков выражалось в меньшей степени. Прослеживалось некоторое повышение разнообразия видов сорной растительности и уменьшение их воздушно-сухой массы при увеличении доз вносимых минеральных удобрений. Во все проводимые учеты в посевах ярового ячменя, как по количеству, так и по воздушно-сухой массе большая часть принадлежала однолетним двудольным сорнякам (80,0-98,8 % и 90,3-98,6 %), доля многолетних двудольных сорняков соответственно была незначительной.

Урожайность ярового ячменя – основной показатель при определении лучших предшественников и оптимальных доз минеральных удобрений, который выражает его количественный результат. Получение потенциально возможной урожайности культуры может быть получено при возделывании с учетом почвенно-климатических условий, и адаптивных приемов технологии. В производственных условиях высокую урожайность и качество зерна можно получить по лучшим предшественникам и рациональным дозам удобрений с учетом морфологических и биологических особенностей ячменя, складывающихся погодных условий.

Урожайность является показателем, который включает в себя результаты влияния большого количества факторов влияния на продуктивность полевых культур. Большое значение среди этих факторов играют предшественники и минеральные удобрения.

Урожайность зерна ячменя в среднем за 2018-2020 гг. принимала максимальные значения по сахарной свекле и соя при использовании высокой дозы N₅₀P₅₀K₅₀ 5,48 и 5,03 т/га и интенсивной N₇₀P₇₀K₇₀ 5,33 и 5,32 т/га. В то время как по кукурузе на зерно (контроль) и подсолнечнику урожайность была существенно ниже. Самая низкая урожайность ячменя получена по предшественникам кукурузе на зерно (контрольный вариант) и подсолнечнику по всем изучаемым дозам минеральных удобрений, N₁₀P₁₀K₁₀ 2,50 и 2,62 т/га, N₃₀P₃₀K₃₀ 3,46 т/га, N₅₀P₅₀K₅₀ 4,66 т/га и N₇₀P₇₀K₇₀ 4,73 т/га (табл. 5).

По результатам трехлетних исследований установлено, что в Центрально-Черноземном регионе засушливых условиях вегетации растений, характеризующихся недостаточным выпадением осадков и избытком тепла в период роста и развития ярового ячменя сорта Княжич, на черноземе типичном, среднесуглинистого гранулометрического состава, с оптимальными водными и агрофизическими свойствами почвы предшественники сахарная свекла и соя обеспечивали существенное повышение урожайности ячменя по сравнению с другими предшествующими культурами.

Таблица 5 – Урожайность ярового ячменя в зависимости от предшественников и фонов минерального питания, т/га

Предшественник (фактор А)	Дозы минеральных удобрений (фактор В)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Кукуруза на зерно (контроль)	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀ (контроль)	2,30	2,10	3,09	2,50
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,43	2,79	4,16	3,46
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	5,33	3,42	5,22	4,66
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	5,04	3,63	5,47	4,71
	Среднее	4,03	2,99	4,49	3,84
Подсолнечник	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	1,84	2,68	3,33	2,62
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,11	3,41	4,22	3,58
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,57	4,26	4,64	4,49
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	4,84	4,48	4,87	4,73
	Среднее	3,59	3,71	4,27	3,86
Сахарная свекла	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	3,55	2,83	5,13	3,83
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,68	4,28	5,64	4,87
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	5,99	4,52	5,93	5,48
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	5,39	4,72	5,87	5,33
	Среднее	4,90	4,09	5,64	4,88
Соя	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	3,83	3,01	4,36	3,73
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,53	3,99	4,70	4,41
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	5,53	4,47	5,09	5,03
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	5,66	4,90	5,39	5,32
	Среднее	4,89	4,09	4,89	4,62
Среднее по предшественникам	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	2,88	2,66	3,98	3,17
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,94	3,62	4,68	4,08
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	5,36	4,17	5,22	4,92
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	5,23	4,43	5,40	5,02
НСР ₀₅ для предшественников		0,18	0,09	0,16	–
НСР ₀₅ для фонов питания		0,18	0,09	0,16	–
НСР ₀₅ для опыта		0,35	0,18	0,32	–

Урожайность зерна ячменя в среднем за годы исследований по предшественникам сахарная свекла и соя была выше, чем на контроле кукурузе на зерно при внесении N₁₀P₁₀K₁₀ на 1,33 и 1,23 т/га, N₃₀P₃₀K₃₀ 1,41 и 0,95 т/га, N₅₀P₅₀K₅₀ 0,82 и 0,37 т/га и N₇₀P₇₀K₇₀ 0,62 и 0,61 т/га. При возделывании ярового ячменя по подсолнечнику урожайность семян находилась на уровне с контрольным вариантом.

В результате проведенного структурного анализа урожая ярового ячменя за 2018-2020 гг. было выявлено, что высота растений была наибольшей по предшественнику сахарной свекле и сое, которая составляла при использовании N₁₀P₁₀K₁₀ 66,4 и 68,1 см, N₃₀P₃₀K₃₀ 74,4 и 72,1 см, N₅₀P₅₀K₅₀ 77,9 и 77,8 см, N₇₀P₇₀K₇₀ 79,9 и 81,3 см. Наименьшей по кукурузе на зерно на низком фоне минерального питания 61,5 см, среднем 67,4 см, высоком 72,4 см и интенсивном 75,5 см. По предшественнику подсолнечнику данный показатель имел промежуточное значения, которые находились в диапазоне 63,7-75,9 см (табл. 6).

Масса зерна с колоса по изучаемым предшественникам варьировала от 0,56 до 0,81 г. При использовании минеральных удобрений только при припосевной дозе N₁₀P₁₀K₁₀ она была наибольшей по зернобобовому предшественнику сое и равнялась 0,68 г. При повышении дозы до N₃₀P₃₀K₃₀ масса зерна принимала наибольшее значения по кукурузе на зерно, сахарной свекле и сое 0,72, 0,70 и 0,71 г соответственно. После предшественника подсолнечника масса зерна была равна 0,64 г. Высокая доза минеральных удобрений N₅₀P₅₀K₅₀ привела к хорошей озерненности колосьев растений ярового ячменя после сахарной свеклы, масса зерна с которого была равна 0,75 г. Использование же наибольшей дозы N₇₀P₇₀K₇₀ минеральных удобрений позволило получить наибольшую массу зерна с колоса по кукурузе на зерно, подсолнечник и соя, которая была равна 0,79, 0,80 и 0,81 г соответственно и снизить до 0,72 г у сахарной свеклы. Наименьшие значения массы зерен с колоса были отмечены при использовании минеральных удобрений в дозе N₁₀P₁₀K₁₀ и N₃₀P₃₀K₃₀ по предшественнику подсолнеч-

нику 0,56 и 0,64 г. Использование минеральных удобрений в высокой дозе N₅₀P₅₀K₅₀ она принимала наименьшие значения по кукурузе и подсолнечнику, а именно 0,69 и 0,68 г. На интенсивном N₇₀P₇₀K₇₀ фоне минерального питания предшественник сахарная свекла оказал наиболее отрицательное действие на данный качественный показатель.

Таблица 6 – Структурный анализ урожая ярового ячменя в зависимости от предшественников и фонов минерального питания, (2018-2020 гг.)

Предшественник (фактор А)	Фоны минерального питания (фактор В)	Высота растений, см	Масса зерна с колоса, г	Колос	
				длина, см	число зерен, шт.
Кукуруза на зерно (контроль)	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀ (контроль)	61,5	0,59	5,8	15
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	67,4	0,72	6,6	16
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	72,4	0,69	6,7	16
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	75,5	0,79	6,7	17
	Среднее	69,2	0,69	6,6	16
Подсолнечник	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	63,7	0,56	5,9	15
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	69,0	0,64	6,2	16
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	73,8	0,68	6,9	17
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	75,9	0,80	7,1	19
	Среднее	70,6	0,69	6,5	17
Сахарная свекла	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	66,4	0,65	6,2	15
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	74,4	0,70	6,8	17
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	77,9	0,75	7,2	19
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	79,9	0,72	7,2	18
	Среднее	74,7	0,73	6,8	18
Соя	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	68,1	0,68	6,3	17
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	72,1	0,71	6,9	17
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	77,8	0,71	7,2	18
	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	81,3	0,81	7,4	19
	Среднее	74,9	0,73	7,1	18

Длина колоса ярового ячменя на низком N₁₀P₁₀K₁₀, среднем N₃₀P₃₀K₃₀ и высоком N₅₀P₅₀K₅₀ фонах минерального питания была наибольшей по предшественникам сахарной свекле и сое, которая составляла 6,2 и 6,3 см, 6,8 и 6,9 см, 7,2 и 7,4 см соответственно. Использование минеральных удобрений в наибольшей дозе N₇₀P₇₀K₇₀ привело к получению по предшественникам подсолнечник, сахарная свекла и соя наибольшей длины колоса 7,1, 7,2 и 7,4 см соответственно. Наименьшие значения данный показатель принимал на низком N₁₀P₁₀K₁₀ и высоком N₅₀P₅₀K₅₀ фонах минерального питания по предшественникам кукурузе на зерно и подсолнечнику, которые были равны 5,8 и 5,9 см, 6,7 и 6,9 см. При использовании минеральных удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ длина колоса была наименьшей после подсолнечника и равнялась 6,2 см, при дозе N₇₀P₇₀K₇₀ – после кукурузы на зерно 6,7 см.

Число зерен в колосе на низкой N₁₀P₁₀K₁₀ дозе минеральных туков было наибольшим по зернобобовому предшественнику сое, 17 штук, в то время как по остальным предшественникам 15 штук. На среднем N₃₀P₃₀K₃₀ фоне минерального питания количество зерен в колосе по изучаемым предшественникам было одинаковым 16-17 штук. При использовании минеральных удобрений в дозе N₅₀P₅₀K₅₀ по сахарной свекле и сое в колосе число зерен достигало 19 и 18 штук, по кукурузе на зерно и подсолнечнику – 16 и 17 штук. При внесении минеральных удобрений в наибольшей дозе N₇₀P₇₀K₇₀ количество зерен по подсолнечнику, сахарной свекле и сое было равно 19, 18 и 19 штук, в то время как на контрольном варианте кукурузе на зерно – 16 штук.

Выводы. В засушливых условиях на черноземе типичном Центрально-Черноземного региона при возделывании ярового ячменя запасы продуктивной влаги в начале вегетации по предшественникам и минеральным удобрениям как в верхнем слое почвы 0-30 см, так и 0-100 см были на хорошем 44-46 мм и высоком уровне 160-167 мм соответственно. К концу вегетации ячменя запасы продуктивной влаги в почве снижались особенно интенсивно по

предшественникам сахарная свекла и соя, растения которых в связи с более высокой урожайностью более активно использовали влагу.

На период посева ярового ячменя наиболее оптимальная плотность почвы была по предшественникам сахарная свекла и соя 0,92-0,94 г/см³. На конец вегетации растений почва равномерно уплотнялась до равновесного состояния и приближалась к оптимальным значениям 1,03-1,10 г/см³ по всем изучаемым предшественникам. Структурно-агрегатный состав почвы, который сформировался по предшественникам, способствовал оптимальному росту и развитию растений ячменя. Коэффициент структурности ко времени уборки ячменя приближался к оптимальным значениям 0,91-0,95. Засоренность посевов ярового ячменя на период уборки по предшественникам варьировала от 7 до 43 шт./м², и не превышала порог вредности. Сухая масса сорной растительности была наименьшей после сахарной свеклы и сои 8,9 г/м² и 11,6 г/м², по кукурузе на зерно (контрольный вариант) и подсолнечнику она повышалась 19,8 г/м² и 13,0 г/м² соответственно. Наибольшая урожайность зерна ярового ячменя была получена после предшественников сахарной свеклы и сои по фону минерального удобрения N₅₀P₅₀K₅₀, которая составила 5,48 и 5,03 т/га, а по кукурузе на зерно и подсолнечнику она снижалась до 4,66 и 4,49 т/га. Структурный анализ урожая показал, что такие показатели ячменя как высота растений, масса зерен с колоса зависели от предшественников. Длина колоса и количество зерен больше зависели от дозы минеральных удобрений, чем от предшественников. По предшественникам сахарная свекла и соя с внесением минеральных удобрений N₅₀P₅₀K₅₀ отмечены лучшие показатели структурного анализа урожая.

Библиография

1. Дериглазова Г.М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество зерна ярового ячменя // Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. – 2012. – № 6. – С. 43–45.
2. Ершова Л.А., Голова Т.Г. Особенности сортов ярового ячменя, повышение урожая и его качества // Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. – 2014. – № 7. – С. 41–44.
3. Растениеводство Центрального Черноземья России: учебник / под ред. В. А. Федотова, С. В. Кадырова. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 581 с.
4. Соловьева Н.Г. Формирование качества зерна пивоваренного ячменя в зависимости от режима питания и применения фиторегуляторов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: дис. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. – Москва, 2019. – 203 с.
5. Любек Н.И., Седаков М.В. Влияние уровня минерального питания на качественные показатели зерна ярового ячменя перспективной линии л-1505 селекции ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка» // Известия СПбГАУ. – 2019. – № 3(56). – С. 64–69.
6. Влияние гидротермического коэффициента на крупяные качества сортов ячменя в условиях Нечерноземной зоны / Л.М. Ерошенко, И.А. Дедушев, М.М. Ромахин, А.Н. Ерошенко, Н.А. Ерошенко, В.В. Ромахина // Вестник АГАУ. – 2020. – № 2(184). – С. 26–32.
7. Бабунов А.Б., Бадин А.Е. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество ярового ячменя Саншайн, а также вынос питательных элементов питания // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 8. – С. 32-34. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10808.
8. Effects of seeding rate, nitrogen rate and cultivar on barley malt quality / Michael J. Edney, John T. O'Donovan, T. Kelly Turkington, etc. // Sci. Food Agric. 2012. – URL: <http://www.pubfacts.com/detail/22523006/Effects-of-seeding-rate-nitrogen-rate-and-cultivar-on-barley-malt-quality> (дата обращения: 23.03.2021).
9. Кузминых А.Н., Пашкова Г.И. Особенности формирования урожая озимой ржи в зависимости от парового предшественника // Аграрный вестник Урала. – 2016. – №3 (145). – С. 7–11.
10. Борисова Е.Е. Влияние предшественников на засоренность и урожайность яровой пшеницы // Вестник НГИЭИ. – 2011. – №2 (3). – С. 55–74.
11. Николаев В.А., Беленков А.И., Дмитриевская И.И. Регулирование фитосанитарного состояния посевов зерновых культур на полигоне точного земледелия // Вестник АГАУ. – 2017. – № 2 (148). – С. 5–10.
12. Баздырев Г. И. Современная концепция борьбы с сорными растениями в системе земледелия Нечерноземной зоны // Известия ТСХА. – 1990. – № 6. – С. 17.
13. Баздырев Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. – М.: МСХА, 1993. – 242 с.
14. Баздырев Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. – М.: МСХА, 1995. – 283 с.

15. Засоренность посевов и урожайность кукурузы в интенсивных и биологических технологиях / В. Н. Наумкин, В. А. Зверев, Н. И. Путинцев, Л. А. Наумкина // Исследования по селекции, семеноводству и размножению сельскохозяйственных растений. – Сумы, 1991. – С. 53–61.
16. Захаренко А. В. Взаимоотношение между культурными и сорными растениями в посевах ячменя и их качественная оценка при минимализации обработки почвы // Известия ТСХА. – 1996. – № 4. – С. 66–78.
17. Захаренко А. В. Взаимоотношение компонентов агроценоза и борьба с сорняками // Земледелие. – 1997. – № 3. – С. 41–42.
18. Формирование урожая ярового ячменя в зависимости от элементов агротехники / С. И. Смуров, Н. В. Шелухина, О. В. Григоров, А. В. Кулишов, Н. К. Потапов // Материалы конференции «Инновационные пути развития АПК на современном этапе»: XVI междунар. науч.-произв. конференция (14 – 16 мая 2012 года). – Белгород: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2012. – С. 42.
19. Груздев Г. С. Совместное применение ретардантов, гербицидов и удобрений под зерновые // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – № 1. – С. 9–17.
20. Ладонин В. Ф., Маркс Е.И., Попова В.В. Локализация гербицидов в чувствительных и устойчивых растениях // Вестник с.-х. науки. – 1986. – № 12. – С. 28–33.
21. Пивоваренный ячмень: монография / С. В. Гончаров, В. А. Федотов, И. В. Матвеев [и др.] / под ред. В. А. Федотова, С. В. Гончарова. – М., 2014. – 288 с.
22. Воробьев С. А. Севооборот в специализированных хозяйствах Нечерноземья. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 216 с.
23. Воронин А. Н., Соловиченко В.Д., Уваров Г.И. Приемы регулирования урожайности и качества зерна ячменя в Белгородской области // Земледелие. – 2010. – № 6. – С.11–13.
24. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый / под общей редакцией М. А. Федина. – М.: Колос, 1985. – 285 с.
25. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / под ред. академика Россельхозакадемии В. И. Долженко. – СПб: Всероссийский НИИ защиты растений, 2013. – 280 с.
26. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.

References

1. Deriglazova G.M. Influence of natural and anthropogenic factors on the yield and grain quality of spring barley // Agriculture: theoretical and scientific-practical journal. – 2012. – № 6. – P. 43-45.
2. Ershova L.A., Golova T.G. Features of varieties of spring barley, increasing the yield and its quality // Agriculture: theoretical and scientific-practical journal. – 2014. – № 7. – P. 41-44.
3. Plant growing of the Central Black Earth Region of Russia: textbook / ed. V. A. Fedotova, S. V. Kadyrova. – Voronezh: Voronezh GAU, 2019. – 581 p.
4. Solovieva N.G. Formation of the quality of malting barley grain depending on the diet and the use of phyto regulators in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone: dis. for a job. uch. degree of Cand. biol. sciences. – Moscow, 2019. – 203 p.
5. Lubeck N.I., Sedyakov M.V. Influence of the level of mineral nutrition on the quality indicators of spring barley grain of the promising line l-1505 of the selection of FSBSI "Leningrad Research Institute of Agriculture" Belogorka // Izvestia SPbGAU. 2019. – № 3 (56). – P. 64-69.
6. The influence of the hydrothermal coefficient on the cereal qualities of barley varieties in the conditions of the Non-Chernozem zone. Eroshenko, I.A. Dedushev, M.M. Romakhin, A.N. Eroshenko, N.A. Eroshenko, V.V. Romakhina // Bulletin of the AGAU. – 2020. – NN№ 2 (184). – P. 26-32.
7. Babunov A.B., Badin A.E. The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of Sunshine spring barley, as well as the removal of nutrient elements // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2018. – Т. 32, № 8. – P. 32-34. - DOI: 10.24411 / 0235-2451-2018-10808.
8. Effects of seeding rate, nitrogen rate and cultivar on barley malt quality / Michael J. Edney, John T. O'Donovan, T. Kelly Turkington, etc. // Sci. Food Agric. 2012. – URL: <http://www.pubfacts.com/detail/22523006/Effects-of-seeding-rate-nitrogen-rate-and-cultivar-on-barley-malt-quality> (date of access: 23.03.2021).
9. Kuzminykh A.N., Pashkova G.I. Features of the formation of the harvest of winter rye depending on the steam predecessor // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2016. – № 3 (145). – P. 7-11.
10. Borisova E.E. Influence of predecessors on weediness and yield of spring wheat // Vestnik NGIEL. – 2011. – №2(3). – P. 55-74.
11. Nikolaev V.A., Belenkov A.I., Dmitrievskaya I.I. Regulation of the phytosanitary state of grain crops at the precision farming landfill // Vestnik AGAU. – 2017. – № 2 (148). – P. 5-10.
12. Bazdyrev G.I. The modern concept of weed control in the farming system of the Non-Chernozem zone // Izvestiya TSKHA. – 1990. – № 6. – P. 17.

13. Bazdyrev G.I. Weed plants and measures to combat them in modern agriculture. – Moscow: MSKhA, 1993. – 242 p.
14. Bazdyrev G.I. Weed plants and measures to combat them in modern agriculture. - M.: MSKhA, 1995. – 283 p.
15. Weediness of crops and corn productivity in intensive and biological technologies / V.N. Naumkin, V.A. Zverev, N.I. Putintsev, L.A. Naumkina // Research on breeding, seed production and reproduction of agricultural plants. – Sumy, 1991. – P. 53-61.
16. Zakharenko A.V. The relationship between cultivated and weed plants in barley crops and their qualitative assessment with minimizing soil cultivation // Izvestiya TSKhA. – 1996. – № 4. – P. 66-78.
17. Zakharenko A.V. The relationship between the components of agrocenosis and weed control // Agriculture. – 1997. – № 3. - P. 41-42.
18. Formation of the yield of spring barley depending on the elements of agricultural technology / S.I. Smurov, N.V. Shelukhina, O.V. Grigorov, A.V. Kulishov, N.K. Potapov // Proceedings of the conference “Innovative ways of developing the agro-industrial complex at the present stage”: XVI Intern. scientific-production conference (May 14-16, 2012). - Belgorod: Publishing house of the BelGSKhA im. V.Ya. Gorina, 2012. – P. 42.
19. Gruzdev G.S. Joint application of retardants, herbicides and fertilizers for grain // Chemistry in agriculture. – 1985. – № 1. – P. 9-17.
20. Ladonin V.F., Marks E.I., Popova V.V. Localization of herbicides in sensitive and resistant plants // Bulletin of S.-kh. Sciences. – 1986. – № 12. – P. 28-33.
21. Malting barley: monograph / S.V. Goncharov, V.A. Fedotov, I.V. Matveev [and others] / ed. V.A. Fedotova, S.V. Goncharova. – M., 2014. – 288 p.
22. Vorobiev S.A. Crop rotation in specialized farms of the Non-Black Earth Region. – M.: Rosselkhozizdat, 1982. – 216 p.
23. Voronin A.N., Solovichenko V.D., Uvarov G.I. Methods for regulating the yield and quality of barley grain in the Belgorod region // Agriculture. – 2010. – № 6. – P.11-13.
24. Methodology for state variety testing of agricultural crops. First edition / under the general editorship of M.A. Fedin. – M.: Kolos, 1985. – 285 p.
25. Guidelines for registration tests of herbicides in agriculture / ed. Academician of the Russian Agricultural Academy V.I. Dolzhenko. - SPb: All-Russian Research Institute of Plant Protection, 2013. – 280 p.
26. Dospikhov B.A. Method of field experiment. – M.: Agropromizdat, 1985. – 416 p.

Сведения об авторах

Смуров Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией по изучению систем земледелия ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Григоров Олег Владимирович, научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Ермолаев Семен Николаевич, аспирант, агроном лаборатории по изучению систем земледелия, ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503. E-mail: semyon.nikolaevich@mail.ru

Наумкин Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Крюков Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. заведующего кафедрой растениеводства, селекции и овощеводства агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Information about authors

Smurov Sergey I., Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Higher Education Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Grigorov Oleg V., Researcher of the Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Higher Education Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Ermolaev Semen N., graduate student, agronomist of the laboratory for the study of agricultural systems, Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia. E-mail: semyon.nikolaevich@mail.ru

Naumkin Viktor N., doctor of agricultural Sciences, Professor of the Department of crop production, selection and vegetable production of the faculty of agronomy Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Kryukov Alexander N., Candidate of Agricultural Sciences, Acting Head of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Faculty of Agronomy, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, item Mayskiy, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503.

УДК 631.582: 633.82:631.8.022.3

С.Н. Зюба, О.В. Григоров, О.В. Гапиенко, С.Н. Ермолаев

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ И СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. В статье представлены результаты полевых опытов с минеральными удобрениями на чернозёме типичном. Исследования проводились в лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ в 2017-2020 годах. В опыте культуры высевалась на четырёх фонах минерального питания (без удобрений, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{70}$ кг/га д. в.). Целью исследований являлось усовершенствование элементов агротехники возделывания подсолнечника, кукурузы на зерно, сахарной свёклы и сои. В статье оценено влияние доз минерального удобрения и года исследований на урожайность и качество зерна культур. Рассмотрена степень влияния доз минеральных удобрений на урожайность и качественные показатели культур. Определено, что по совокупности продуктивных показателей наиболее целесообразно в условиях юго-западной части Белгородской области Центрально-Чернозёмной зоны возделывание подсолнечника, кукурузы на зерно, сахарной свёклы и сои на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ с весенним внесением 70 кг/га азота в действующем веществе на 1 га. Установлено, что количество крахмала в зерне кукурузы, масла в семенах подсолнечника, белка в зерне сои и сахара в корнеплодах сахарной свёклы напрямую зависит от дозы удобрения и метеорологических условий года. Наибольшее содержание масла в семенах подсолнечника и крахмала в зерне кукурузы было получено на контрольном варианте без внесения минеральных удобрений. Процент сахаристости сахарной свёклы и белка в зерне сои был лучшим при осеннем внесении минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ в действующем веществе на 1 га. Проведённый расчёт рентабельности культур доказал эффективность их возделывания при различных дозах внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: Подсолнечник, кукуруза на зерно, сахарная свёкла, соя, доза удобрений, крахмал, масляность, белок, сахаристость, урожайность.

PRODUCTIVITY OF GRAIN AND STEAMED CROPS WITH LONG AND SYSTEMATIC APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Abstract. The article presents the results of field experiments with mineral fertilizers on typical chernozem. The research was conducted in the laboratory for the study of agricultural systems of the Belgorod State Agrarian University in 2017-2020. In the experiment, the crops were sown on four backgrounds of mineral nutrition (without fertilizers, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{70}$ kg/ha a. s.). The aim of the research was to improve the elements of agricultural technology for the cultivation of sunflower, corn for grain, sugar beet and soy. The article evaluates the effect of mineral fertilizer doses and the year of research on the yield and quality of grain crops. The degree of influence of mineral fertilizer doses on crop yield and quality indicators is considered. It is determined that, according to the aggregate of productive indicators, it is most expedient in the conditions of the south-western part of the Belgorod region of the Central Black Earth zone to cultivate sunflower, corn for grain, sugar beet and soy against the background of mineral nutrition $N_{60}P_{60}K_{60}$ with spring application of 70 kg/ha of nitrogen in the active substance per 1 ha. It was found that the amount of starch in corn grain, oil in sunflower seeds, protein in soy grain and sugar in sugar beet roots directly depends on the fertilizer dose and meteorological conditions of the year. The highest content of oil in sunflower seeds and starch in corn grain was obtained in the control version without applying mineral fertilizers. The percentage of sugar content of sugar beet and protein in soy grain was the best with the autumn application of mineral fertilizer at a dose of $N_{120}P_{120}K_{120}$ in the active substance per 1 ha. The conducted calculation of the profitability of crops proved the effectiveness of their cultivation at different doses of mineral fertilizers.

Keywords: Sunflower, corn for grain, sugar beet, soy, fertilizer dose, starch, oil content, protein, sugar content, yield.

Введение. Систематическое внесение минеральных удобрений требует научного обоснования рациональных приёмов их внесения. Большую роль играют результаты длительных стационарных опытов, позволяющие установить их влияние не только на урожай, но и на изменение основных свойств и плодородия почвы.

Грамотное использование минеральных удобрений при выращивании подсолнечника, кукурузы на зерно, сахарной свёклы и сои способствует увеличению не только урожайности культур, но и качественных показателей получаемой продукции. На разных почвах и при различных погодных условиях эффективность удобрений во многом зависит от применяемой технологии и прежде всего от приёмов, направленных на накопление, сохранение и рацио-

нальное использование почвенной влаги. Несмотря на то что удобрения, особенно фосфорные, способствуют экономному расходованию влаги, их эффект зависит главным образом от увлажнения почвы [9].

Удобрение – одно из эффективных средств повышения урожая подсолнечника. Эффективность их применения зависит от биологических особенностей сорта и гибрида, обеспеченности почвы доступными формами элементов питания, сроков и способов их внесения. В большинстве районов выращивания подсолнечника, на черноземных и темно-каштановых почвах, экономически обоснованным сочетанием удобрения является азотно-фосфорное при соотношении 1:1,5 или 1:1 [3].

В увеличении валовых сборов зерна особое значение придается повышению урожайности кукурузы. Кукуруза как высокопродуктивное растение способно за сравнительно короткое время производить больше органической массы, чем другие культурные растения. При выращивании на зерно в лесостепной и степной зонах она может давать урожай зерна от 60 до 100 центнеров и более с 1 га. Максимальное потребление питательных веществ растениями кукурузы приходится на вторую половину вегетационного периода и начинается за 10-15 дней до начала цветения и заканчивается на 25-30 день после цветения. В этот период потребляется около 85% всего необходимого количества азота, 73% фосфора и 96% калия. Кукуруза усваивает питательные вещества вплоть до созревания зерна, забирая из почвы значительное количество питательных веществ. При урожае 80-90 ц/га выносятся 200-220 кг азота, 65-70 кг фосфора и 200-220 кг калия, которые должны быть компенсированы внесением достаточных доз удобрений. Для повышения урожайности и качества зерна кукурузы необходимо создание условий для сбалансированного минерального питания адаптированного для условий региона выращивания и практически для каждого поля. [7, 14]

Сахарная свёкла отличается крайней требовательностью к условиям произрастания и максимальной отзывчивостью к внесению минеральных удобрений. На всех почвах наибольший урожай корней с высокой сахаристостью достигается при внесении полного удобрения; увеличение одного питательного вещества на фоне остальных и замена одного другим не увеличивают урожай. Наибольшая продуктивность сахарной свеклы достигается при внесении питательных веществ в соотношении N:P:K, близким к единице [10]. При выращивании сахарной свёклы наиболее критическим периодом развития является фаза всходов, однако данная культура требует оптимального минерального питания практически до этапа смыкания рядков. Применение комплексных удобрений в качестве стартового удобрения обеспечивает сбалансированное минеральное питание растений в начале вегетации и интенсивный начальный рост [2]. Недостаток питательных веществ в этот период отрицательно сказывается на дальнейшем развитии корнеплода и накоплении в нем сахара. В период образования листьев большое значение имеет повышение в питательной среде удельного веса азота. Чем полнее свекла обеспечена в этот период азотным питанием, тем выше урожай и сахаристость корней [11].

Потребности сои в питательных веществах варьируют в зависимости от почвенно-климатических условий, сорта, урожайности, системы земледелия и методов обработки почвы. Соя может фиксировать атмосферный азот при достаточном количестве в почве бактерий *Bradyrhizobium* или при правильной инокуляции семян. Растения начинают фиксировать значительное количество атмосферного азота примерно через четыре недели после прорастания. По большинству оценочных показателей соя получает от 25 до 75 % необходимого ей азота путем его фиксации. Максимальное количество азота и калия ей необходимо в фазы цветения и формирования бобов, фосфора – в период формирования репродуктивных органов. Для того чтобы сформировать 1 ц семян культуре требуется 7,7-10 кг азота, 1,7-4 кг фосфора и 3,2-4 кг калия. Следовательно, при урожае зерна 2 т/га соя выносит из почвы 154 кг азота, 34 кг фосфора и 64 кг калия. Под сою рекомендуют вносить небольшие дозы азота до 30 кг/га. Это необходимо для того, чтобы в первые 25 дней после посева, когда на корнях растений сои ещё не развились клубеньковые бактерии она бы была обеспечена азотным питанием. [8-10, 13]. Длительные стационарные полевые исследования, каким является опыт, заложенный

в 1967 году и на полях которого выращивались выделенные выше культуры, позволяют достоверно обосновать агрохимические требования современного сельскохозяйственного производства в вопросах практического применения удобрений [6].

Материалы и методы исследований. Влияние минеральных удобрений на пропашные культуры и сою изучалось в 2017-2020 годах в многолетнем стационарном полевом опыте лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ.

Культуры высевались по четырем фонам минерального питания: 1 – без удобрений (условно низкий фон) – контроль; 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.в. под основную обработку осенью (условно средний фон); 3 – $N_{120}P_{120}K_{120}$ кг/га д. в. под основную обработку осенью (условно высокий фон); 4 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д. в. под основную обработку осенью и весной под предпосевную обработку почвы N_{70} кг/га д. в. (условно интенсивный фон). Почва опытного участка – чернозём типичный, среднемощный, среднесуглинистый, на лессовидном суглинке. По результатам агрохимического обследования полей севооборотов проведённого в 2017 году содержание в пахотном горизонте доступных питательных веществ составляло: гумуса 4,8-5,0 %, гидролизуемого азота на низком фоне минерального питания 154 мг на 1 кг почвы, на среднем 155 мг на 1 кг почвы, на высоком 160 мг на 1 кг почвы, на интенсивном 154 мг на 1 кг почвы; гидролитическая кислотность была в пределах 1,66-3,62 мг/экв. на 100 почвы, водородный показатель рН равнялся 5,5-6,2 единицам.

Объектом исследований являлись пропашные культуры (подсолнечник, кукуруза на зерно, сахарная свёкла) и соя. Опыт проводился в трёхкратной повторности. Размещение и площадь делянок соответствовала требованиям методик для проведения экспериментов с удобрениями. Учеты и наблюдения выполняли по общепринятым методикам. Определение основных фенологических фаз роста и развития растений осуществлялось визуально по всем вариантам опыта в двух несмежных повторениях [4]. При оценке качества зерна использовали общепринятые методы и методики, изложенные в сборнике Методические рекомендации по оценке качества зерна (Москва, 1977), содержание белка, сахара, крахмала и масла определяли в сертифицированной испытательной лаборатории Белгородского ГАУ по соответствующим ГОСТам. Математическая обработка данных производилась методом дисперсионного анализа [1]. Агротехника возделывания культур в опыте была следующая. После уборки предшественника, озимой пшеницы, комбайном Terrion SR 2010 с измельчением и разбрасыванием соломы поле обрабатывали мульчировщиком ДМ 4×2. Затем, с целью уничтожения проросших сорняков и падалицы, проводилось второе дискование орудием Гелиодор. Минеральное удобрение (азофоска) вносили зерновой сеялкой СЗ-3,6. Третья и четвёртая дисковая обработка почвы осуществлялась мульчировщиком ДМ 4×2. Основное её рыхление проводили чизельным плугом ПЧ-2,5 на глубину 40-42 см. Весной следующего года закрытие влаги путём шлейфования делали агрегатом из шлейф-бороны ШБ-2,5, лапчатой бороны ВНИС-Р, металлических уголков и выравнивающей цепи. Аммиачную селитру вносили сеялкой СЗ-3,6. Предпосевная подготовка почвы делалась лапчатыми боронами ВНИС-Р в комплекте с посевными боронами БП-0,6 и выравнивающей цепью.

Посев подсолнечника и кукурузы осуществлялся сеялкой СТП-12 «Ритм-1М» с глубиной заделки семян 5-6 см. Нормы высева использовали 60 тыс. и 80 тыс. штук всхожих семян на 1 га соответственно культурам. При посеве сахарной свёкла высевалось 6-7 дражированных семян на 1 погонный метр сеялкой ССТ-12Б. Сою сеяли с нормой 900 тыс. всхожих семян на 1 гектар сеялкой СЗ-3,6 с глубиной заделки 4-5 см. Одним проходом посевного агрегата засеивались все четыре фона удобрений.

Борьбу с сорняками проводили с использованием химической прополки. На посеве гибрида подсолнечника с признаком устойчивости к гербициду Экспресс для борьбы с двудольными сорными растениями использовали гербицид Гран-при с нормой расхода 0,03 кг/га, а для уничтожения злаковых сорняков применяли препарат Канон с нормой внесения 1,0 л/га. Гибриды кукурузы обрабатывались гербицидом Майстер Пауэр (1,5 л/га) уничтожающим как двудольные, так и злаковые сорные растения. Обработку посевов сахарной свеклы проводили дробно, по трем волнам всходов сорняков. Первая обработка была сделана

баковой смесью из гербицидов Бицепс Гарант, КЭ (1,3 л/га), Трицепс (0,02 кг/га), Хакер (0,06 кг/га) и адьюванта Адью (0,2 л/га). Второй раз использовали баковую смесь препаратов Бицепс 22 (2,0 л/га), Трицепс (0,02 кг/га), Квикстеп (0,6 л/га), Хакер (0,1 кг/га), Адью (0,2 л/га), а при третьей прополке применяли препараты Бицепс 22 (2,2 л/га), Трицепс (0,02 кг/га), Хакер (0,12 кг/га) и Адью (0,2 л/га). Схема защиты сои включала две обработки – в фазу первого тройчатого листа культуры посев был опрыскан рабочим раствором граминицида Химера с нормой расхода 0,8 л/га, а через несколько дней баковой смесью из гербицидов против двудольных сорняков Бунт (2,5 л/га) и Хармони (6,0 г/га) и адьюванта Адью (0,2 л/га).

Делянки подсолнечника, кукурузы и сои убирались комбайном Террион SR 2010 напрямую. Учёт урожайности сахарной свёклы проводился вручную, на каждой делянке выкапывались растения сахарной свёклы с последующей обрезкой ботвы и взвешиванием корнеплодов.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия во время вегетационного периода культур в 2017-2020 гг. различались по гидротермическим показателям. Так с апреля по август в 2017 году осадков выпало 186,7 мм, в 2018 году 284,4 мм, в 2019 году 103,5 мм, а в 2020 году 173,1 мм. Следует отметить, что лишь в 2018 году количество осадков было на уровне среднесуточной нормы равной 279 мм, а в остальные годы был их недостаток. Среднесуточная температура воздуха выше среднесуточной нормы (17,3 °С) в это время была отмечена во все года исследований. В 2017 году она была равной 18,6 °С, в 2018 году 19,4 °С, в 2019 году 19,1 °С, а в 2020 году 17,9 °С. Как показывают результаты исследований, размер урожая пропашных культур и сои, выращенных в таких условиях, напрямую зависел от уровня минерального питания (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность культур в зависимости от фонам минерального питания, т/га

Годы	Фоны минерального питания				Среднее	НСР ₀₅
	Низкий без удобрений	Средний N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Высокий N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Интенсивный N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₇₀		
Подсолнечник						
2017	3,14	3,54	3,30	3,12	3,27	0,31
2018	2,34	3,23	3,39	3,57	3,13	0,51
2019	3,16	3,43	3,62	3,84	3,51	0,37
2020	2,89	2,82	2,87	2,87	2,86	0,25
Среднее	2,88	3,26	3,30	3,35	3,19	0,37
Кукуруза на зерно						
2017	4,56	5,27	6,00	6,85	5,67	0,33
2018	2,63	3,36	5,20	5,27	4,24	0,65
2019	4,83	5,85	6,72	6,80	6,05	0,33
2020	6,31	6,98	8,30	8,53	7,53	0,44
Среднее	4,58	5,37	6,56	6,86	5,87	0,46
Сахарная свёкла						
2017	47,7	52,7	49,3	54,8	51,1	4,9
2018	45,0	63,9	75,3	72,9	64,3	5,4
2019	41,0	46,0	47,1	49,7	45,9	4,8
2020	37,0	39,3	49,8	46,5	43,2	5,4
Среднее	42,7	50,5	55,4	56,0	51,1	5,1
Соя						
2017	1,71	1,87	2,16	2,06	1,95	0,20
2018	2,68	2,88	3,08	3,28	2,98	0,18
2019	2,07	2,12	2,35	2,34	2,22	0,18
2020	2,39	2,73	2,80	2,87	2,70	0,29
Среднее	2,21	2,65	2,83	2,94	2,72	0,22

Наиболее высокий урожай подсолнечника в среднем за годы исследований был получен при внесении минеральных удобрений в дозах N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ + N₇₀ кг на 1 га в

д.в. На высоком фоне минерального питания сбор маслосемян составил 3,30 т/га, а на интенсивном фоне 3,35 т/га. Урожайность подсолнечника на контрольном варианте максимальной была в 2017 году и составляла 3,14 т/га. Фон минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовал росту урожайности в 2017 году до 3,54 т/га, в 2018 году до 3,23 т/га, а в 2019 году 3,43 т/га. Следует отметить, что в 2020 году урожай маслосемян подсолнечника был на уровне контрольного варианта и составлял 2,82 т/га. При увеличении дозы удобрений до $N_{120}P_{120}K_{120}$ в 2017 году произошло небольшое снижение урожайности культуры, относительно предыдущего фона, но следует отметить, что уменьшение было в пределах наименьшей существенной разницы равной для опыта 0,31 т/га. В остальные годы сбор маслосемян увеличивался незначительно. В 2018 году этот показатель составлял 3,39 т/га, в 2019 году 3,62 т/га, а в 2020 году был равен 2,87 т/га. В среднем по фонам минерального питания наиболее урожайным был 2019 год, где средний сбор маслосемян подсолнечника был на уровне 3,51 т/га. Наименее урожайным был 2020 год, убрали только 2,86 т/га продукции. Наиболее оптимальным было возделывание подсолнечника на интенсивном фоне минерального питания при внесении азофоски в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и аммиачной селитры с нормой N_{70} в действующем веществе удобрений, где урожай маслосемян в среднем за годы исследований составил 3,35 т/га.

Урожай зерна кукурузы, как и сбор маслосемян подсолнечника, были так же различны в зависимости от фонов минерального питания и года выращивания. Так на фоне без удобрений сбор зерна находился в пределах от 2,63 т/га в 2018 году до 6,31 т/га в 2020 году. Достоверное повышение урожая зерновой кукурузы от внесения минеральных удобрений наблюдалось до уровня минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{70}$. При этом в среднем по годам резкое повышение урожая было только от дозы удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$. Во все годы исследований лучшая урожайность культуры была на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{70}$. В среднем она составляла 6,86 т/га. Максимальный сбор зерна на этом фоне равный 8,53 т/га был получен в 2020 году, а самый низкий урожай равный 5,27 т/га собрали в 2018 году.

Урожайность корнеплодов сахарной свёклы в среднем за 2017-2020 гг. на контрольном варианте составила 42,7 т/га. Внесения полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечило достоверную прибавку в сборе корней равную 7,8 т/га, а уровень урожая культуры поднялся до 50,5 т/га. На варианте с внесением вдвое большего количества удобрений, в действующем веществе по 120 кг/га каждого макроэлемента, урожайность сахарной свёклы увеличилась до 55,4 т/га. Осеннее внесение азофоски и предпосевная заправка почвы азотным удобрением способствовали получению наибольшему в опыте сбору корнеплодов равном 56,0 т/га. В целом по опыту наиболее высокая урожайность сахарной свёклы, 75,3 т/га, была получена в 2018 году на фоне минерального питания $N_{120}P_{120}K_{120}$. В 2020 году аномально холодная погода в мае с большим ходом суточных температур и дефицит осадков в летние месяцы отрицательно сказались на формировании корнеплодов сахарной свёклы, в результате чего был получен наименьший в опыте их сбор равный 43,2 т/га в среднем по фонам минерального питания. Наибольшей урожайностью культуры, на уровне 64,3 т/га, выделился 2018 год.

Соя, так же как и пропашные культуры, усиленно реагировала на внесение минеральных удобрений, потребление которых было ограничено метеорологическими условиями в первой половине вегетационного периода. Наименее урожайным оказался 2017 год, в котором урожай зерна сои был в пределах от 1,71 т/га на фоне без удобрений до 2,16 т/га на фоне с максимальной в опыте дозой удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$. В 2018 году для культуры погодные условия сложились самым благоприятным образом для формирования урожая соевых бобов. Без удобрений под культуру он составлял 2,68 т/га, на фоне минерального питания с внесением по 60 кг каждого макроэлемента в действующем веществе на 1 га равнялся 2,88 т/га, на фоне с вдвое большим количеством питательных веществ, $N_{120}P_{120}K_{120}$, поднялся до 3,08 т/га, а при уровне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ с дополнительным весенним внесением азота в

дозе 70 кг/га в д.в. достиг 3,28 т/га. В среднем, за 2017-2020 года, лучшая урожайность отмечалась именно на последнем из указанных фонов и была равна 2,94 т/га.

Таким образом, максимальная урожайность всех представленных в опыте культур была на интенсивном фоне минерального питания при внесении азофоски в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ и аммиачной селитры с нормой N₇₀ в действующем веществе при недостоверной прибавке относительно высокого фона минерального питания N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Результаты химического анализа полученной в опыте продукции, характеризующих показатели её качества приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние фонов минерального питания на химические показатели качества маслосемян подсолнечника и сбор масла

Показатель	Годы	Фоны минерального питания				Среднее
		Низкий без удобрений	Средний N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Высокий N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Интенсивный N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₇₀	
Сухое вещество, %	2017	94,0	93,2	92,8	93,8	93,5
	2018	93,0	92,8	92,4	93,2	92,9
	2019	94,8	94,6	94,2	94,0	94,4
	2020	94,5	95,0	93,8	94,7	94,5
	Среднее	94,1	93,9	93,3	93,9	93,8
Масличность, %	2017	51,09	49,21	48,76	51,66	50,18
	2018	47,24	46,80	45,17	46,13	46,34
	2019	51,25	51,11	50,22	49,21	50,45
	2020	49,46	48,24	45,64	44,17	46,88
	Среднее	49,76	48,84	47,45	47,79	48,46
Сбор масла, т/га	2017	1,61	1,73	1,42	1,51	1,57
	2018	1,11	1,51	1,53	1,65	1,45
	2019	1,59	1,64	1,68	1,79	1,68
	2020	1,71	1,57	1,55	1,49	1,58
	Среднее	1,51	1,61	1,55	1,62	1,57

В маслосеменах подсолнечника определялось содержание сухого вещества и содержание масла в них.

Количество сухого вещества в семенах подсолнечника находилось в прямой зависимости от погодных условий года выращивания и уровня минерального питания. В среднем по фонам минерального питания, наименьшее его содержание, 92,9 %, было в 2018 году. Несколько большее количество сформировалось в 2017 году, 93,5 %. В 2019 и 2020 годах этот показатель был на одном уровне и составлял 94,4 % и 94,5 %, соответственно. Увеличение дозы внесения питательных веществ с минеральными удобрениями, от низкого фона к высокому, в среднем за 2017-2020 гг., приводило к снижению доли сухого вещества в маслосеменах от 94,1 % до 93,3 %, а на интенсивном фоне отмечался рост до 93,9 %.

Масличность семян подсолнечника была максимальной в 2019 году по всем фонам минерального питания, за исключением интенсивного. На фоне без удобрений этот показатель был равен 51,25 %, что на 0,16-4,01 % было выше данных других лет исследований. Внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ привело к незначительному снижению масличности до 51,11 %, а при увеличении количества питательных элементов до уровня сильного фона она снизилась почти на 1 % и составила 50,22 %. Такая тенденция прослеживалась и у средних показателей за годы исследований – происходило снижение содержания масла в семенах подсолнечника с увеличением дозы вносимого удобрения с 49,76 % на фоне без удобрений до 47,45 % на фоне минерального питания N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. На фоне N₆₀P₆₀K₆₀ + N₇₀ отмечалось увеличение этого показателя до 47,79 %. Максимальное содержание масла было в семенах подсолнечника полученных в 2019 году и в среднем по фонам минерального питания оно было равным 50,45 %.

Сбор масла в среднем за 2017-2020 гг. на среднем и интенсивном фонах минерального питания был практически одинаковым и составлял 1,61 т/га и 1,62 т/га, соответственно. При

низком уровне минерального питания он был равен 1,51 т/га, а при среднем – 1,55 т/га. В среднем по фонам минерального питания лучшим по сбору масла был 2019 год, когда с одного гектара было получено 1,68 т масла.

Фоны минерального питания оказали неоднозначное влияние на химические показатели семян подсолнечника и сбор масла. Так содержание сухого вещества в них и их масличность были максимальными на фоне без удобрений, 94,08 % и 49,76 %, соответственно этим показателям. Лучшим по сбору масла оказался интенсивный фон питания и где он равнялся 1,62 т/га.

Результаты химического анализа зерна кукурузы показали, что в среднем за 2017-2020 ода фоны минерального питания не оказали существенного влияния на содержание сухого вещества в нем. Этот показатель находился в пределах от 87,2 % до 87,5 %. Но при этом было отмечено влияние на него условий выращивания. Так наибольшее содержание сухого вещества в среднем по фонам минерального питания было в 2019 году и составляло 88,6 %, а наименьшее в 2017 году, 85,5 %. (табл. 3).

Содержание крахмала в зерне кукурузы было максимальным на фоне без удобрений во все годы исследований – от 72,77 % в 2017 году до 77,87 % в 2019 году. Увеличение дозы внесения питательных веществ до N₆₀P₆₀K₆₀ приводило к снижению содержания крахмала до 71,33 % в 2017 году и до 76,60 % в 2019 году. Внесение элементов питания, содержащихся в азофоске в более высоких дозах, не приводило к существенным изменениям показателя. В среднем за 2017-2020 года содержание крахмала при выращивании культуры без удобрений и при интенсивном уровне минерального питания было на одном уровне – 74,85 % и 74,26 %, соответственно. В среднем за 2017-2020 года, наиболее высоким оно было на фоне без удобрений, и равнялось 74,85 %. Увеличение дозы внесения макроэлементов питания приводило к снижению содержания крахмала в зерне до 73,71 % на среднем фоне минерального питания, до 73,64 % на высоком, при его увеличении до 74,26 % на интенсивном. Наиболее качественное зерно кукурузы по этому показателю было получено в 2019 году с содержанием крахмала равным 76,4 %.

Таблица 3 – Влияние фонов минерального питания на химические показатели качества зерна кукурузы и сбор крахмала

Показатель	Годы	Фоны минерального питания				Среднее
		Низкий Без удобрений	Средний N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Высокий N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Интенсивный N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₇₀	
Сухое вещество, %	2017	85,4	85,4	85,2	85,8	85,5
	2018	87,2	86,4	86,8	87,0	86,9
	2019	88,0	88,8	88,6	88,8	88,6
	2020	88,5	88,0	88,4	88,3	88,3
	Среднее	87,3	87,2	87,3	87,5	87,3
Крахмал, %	2017	72,77	71,33	71,43	72,55	72,0
	2018	74,76	73,28	73,18	74,58	74,0
	2019	77,87	76,60	74,29	76,75	76,4
	2020	74,01	73,64	75,65	73,15	74,1
	Среднее	74,85	73,71	73,64	74,26	74,1
Сбор крахмала, т/га	2017	3,32	3,76	4,29	4,97	4,10
	2018	1,97	2,46	3,81	3,93	3,00
	2019	3,76	4,48	4,99	5,22	4,61
	2020	4,67	5,14	6,28	6,24	5,58
	Среднее	3,43	3,96	4,84	5,09	4,32

Рост валового сбора крахмала тесно связан с урожайностью культуры и в среднем за 2017-2020 гг. увеличивался от показателя фона без удобрений к интенсивному фону с внесением N₆₀P₆₀K₆₀ + N₇₀ от 3,43 т/га до 5,09 т/га. Лучшим по сбору крахмала был 2020 год. Так на низком фоне минерального питания он был равен 4,67 т/га, на среднем 5,14 т/га, а на вы-

соком достиг отметки 6,28 т/га и практически такая же его величина, 6,24 т/га, была на интенсивном фоне минерального питания.

Основным качественным показателем, характеризующим ценность корнеплодов сахарной свёклы, является сахаристость. Из данных таблицы 4 видно, что на низком фоне минерального питания этот показатель в среднем за 2017-2020 года составлял 21,1%. Использование минеральных удобрений приводило к росту содержания сахара до 22,2% при уровне питания N₆₀P₆₀K₆₀ и до 22,3% при его удвоении до N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. На интенсивном фоне этот показатель снижался до 21,8 %.

Таблица 4 – Влияние фонов минерального питания на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы и сбор сахара

Показатель	Годы	Фоны минерального питания				Среднее
		Низкий Без удобрений	Средний N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Высокий N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Интенсивный N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₇₀	
Сахаристость, %	2017	19,9	20,9	20,9	19,9	20,4
	2018	19,5	19,6	19,1	19,0	19,3
	2019	21,0	23,4	22,2	22,7	22,3
	2020	24,0	24,8	26,6	25,7	25,3
	Среднее	21,1	22,2	22,3	21,8	21,9
Сбор сахара, т/га	2017	9,5	11,0	10,3	10,9	10,4
	2018	8,8	12,5	14,4	13,8	12,4
	2019	8,6	10,8	10,5	11,3	10,3
	2020	8,9	9,7	13,3	12,0	11,0
	Среднее	9,0	11,0	12,1	12,0	11,0

Погодные условия в 2020 году повлияла на формирование урожая корнеплодов и содержание в них сахара. В этот год растения сахарной свёклы накопили в корнеплодах наибольшее количество сахара по отношению к другим годам исследований. В зависимости от фона минерального питания его содержание составляло от 24,0% до 26,6%. За годы исследований наименьший процент сахаристости отмечался в 2017 году, и он практически не зависел от дозы внесения минеральных удобрений, находясь в диапазоне от 19,9% до 20,9%.

Сбор сахара находится в прямой зависимости от урожайности сахарной свёклы и содержания сахара в её корнеплодах. В среднем за 2017-2020 года с одного гектара было собрано от 9,0 тонн сахара на фоне без внесения удобрений до 12,1 тонны при внесении их высокой дозы N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. На низком фоне сбор сахара по годам имел небольшие различия и находился в пределах от 8,6 т/га до 9,6 т/га. Выращивание культуры на среднем фоне минерального питания способствовало повышению показателя до 9,7-12,5 т/га. Максимальный сбор сахара был отмечен на высоком фоне минерального питания равный 10,3-14,4 т/га. На интенсивном фоне с весенним внесением азота сбор сахара был на уровне высокого фона, 10,9-13,8 т/га. В 2018 году, в среднем по фонам минерального питания, был получен наибольший сбор сахара равный 12,4 т/га. Из данных таблицы 5 видно, что содержание сухого вещества в зерне сои в среднем за 2017-2020 года практически было на одном уровне и не зависело от фона минерального питания и условий года. Его количество было равным 90,8-91,4%, а в среднем по фонам минерального питания максимальное содержание сухого вещества было в 2020 году и составило 91,6%.

Одним из основных биохимическим показателем качества зерна сои является содержание в нем белка. В опыте в среднем за 2017-2019 гг. этот показатель наибольшим был на фоне без внесения удобрений и составил 39,46 %. При дозах удобрений равных N₆₀P₆₀K₆₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ содержание белка в зерне снизилось до 39,15 % и 39,17 %, соответственно. На фоне N₆₀P₆₀K₆₀ с весенним внесением 70 кг/га азота в действующем веществе на 1 га доля белка в зерне составила 39,08%. Максимальное содержание белка в соевом зерне сформировалось в 2019 году на всех фонах минерального питания, 40,44%, 40,21%, 40,01% и 40,84%, соответственно их перечню в таблице 5.

Валовой сбор белка возрастал от низкого фона к интенсивному и в среднем за 2017-2020 гг. был равен 0,87-1,03 т/га. Максимальный в опыте сбор белка был получен в 2018 году на высоком фоне минерального питания и равнялся 1,22 т/га.

Подытожив анализ данных таблицы 5, можно сделать вывод, о том, что, в среднем за 2017-2020 гг. наибольшее содержание сухого вещества, 91,4%, было при выращивании сои без внесения удобрений и при использовании основного удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ дополненного азотным питанием внесенного весной в количестве 70 кг/га д.в. Максимальное количество белка, 39,17%, содержалось в зерне сои выращенной на высоком фоне минерального питания N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Лучшим по сбору белка, с учетом урожайности культуры и содержанием белка в собранной продукции получили 1,03 т/га, оказался интенсивный фон минерального питания с внесением.

Таблица 5 – Влияние фонов минерального питания на химические показатели качества зерна сои и сбор белка

Показатель	Годы	Фоны минерального питания				Среднее
		Низкий Без удобрений	Средний N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Высокий N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Интенсивный N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₇₀	
Сухое вещество, %	2017	91,2	90,4	91,0	91,4	91,0
	2018	91,2	89,2	91,4	91,4	90,8
	2019	91,6	91,0	91,4	91,4	91,4
	2020	91,4	92,4	91,3	91,3	91,6
	Среднее	91,4	90,8	91,3	91,4	91,2
Белок, %	2017	38,60	36,46	36,54	36,57	37,04
	2018	39,66	39,89	39,57	39,57	39,67
	2019	40,44	40,21	40,01	40,84	40,38
	2020	39,12	40,05	39,75	39,35	39,57
	Среднее	39,46	39,15	39,17	39,08	39,22
Сбор белка, т/га	2017	0,66	0,68	0,78	0,75	0,72
	2018	1,06	1,15	1,22	1,30	1,18
	2019	0,84	0,85	0,93	0,95	0,89
	2020	0,93	1,09	1,14	1,13	1,07
	Среднее	0,87	0,94	1,02	1,03	0,97

За счёт высокой закупочной цены и спроса на рынке маслосемян подсолнечника, зерна кукуруза, корнеплодов сахарная свёкла и зерна сои эти культуры являются высококоротельными. В таблице 6 приведены результаты расчёта рентабельности возделывания изучавшихся культур с учетом цен, сложившихся в каждом году в отдельности.

С увеличением доз минеральных удобрений урожайность пропашных культур и сои возрастала, однако прибавки урожая от увеличения их дозы снижались, то есть действие возрастающих доз минеральных удобрений носило затухающий характер. Отмеченные выше закономерности действия возрастающих доз минеральных удобрений на величину урожая изучавшихся сельскохозяйственных культур проявлялось во все годы исследований. Аналогично прибавкам урожая изменялась и окупаемость 1 кг действующего вещества вносимых удобрений основной продукцией. Без учета показателей рентабельности контрольного варианта, на котором минеральные удобрения не использовались, наибольшая их окупаемость была получена при внесении азофоски в дозе N₆₀P₆₀K₆₀, а при её увеличении в два раза до N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ она снижалась. Максимальный процент рентабельности по подсолнечнику был получен в 2020 году на среднем фоне N₆₀P₆₀K₆₀ и он составлял 238,3 %, по кукурузе на зерно также в 2020 году на интенсивном фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀ + N₇₀ и он равнялся 193,9 %. Производство сахарной свёклы с экономической точки зрения выгодней всего было в 2018 году с внесением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀, где показатель рентабельности составлял 390,8 %. Закупочная цена на зерно сои имела тенденцию роста с каждым годом, так как возрастала потребность перерабатывающей промышленности в ценном источнике белка. Это можно проследить с 2017 года, когда рентабельность культуры, в сред-

нем по фонемам минерального питания, из-за низкой урожайности культуры и закупочной цены составляла 4,6 %, в 2018 году она была максимальной за счёт высокой урожайности и достигла 252,4 %, в 2019 году составляла 133,6%, а в 2020 году 156,7 %. Возделывание сои на фоне N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ не оправдано, так как полученная прибыль от урожайности не компенсирует затраты на минеральные удобрения.

Таблица 6 – Рентабельность выращивания культур в зависимости от фонов минерального питания, %

Годы	Фоны минерального питания				Среднее
	Низкий Без удобрений	Средний N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Высокий N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Интенсивный N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₇₀	
Подсолнечник					
2017	145,8	110,8	60,5	69,8	96,7
2018	203,8	227,9	132,7	181,3	186,4
2019	186,1	100,8	66,9	130,7	121,1
2020	318,2	238,3	190,1	223,1	242,4
Среднее	213,5	169,5	112,6	151,2	161,7
Кукуруза на зерно					
2017	83,0	62,1	51,4	92,9	72,4
2018	104,4	90,5	61,1	89,0	86,3
2019	189,3	129,7	100,6	130,6	137,6
2020	225,6	168,9	147,7	193,9	184,0
Среднее	150,6	112,8	90,2	126,6	120,0
Сахарная свёкла					
2017	141,5	122,6	80,3	117,3	115,4
2018	265,2	390,8	315,7	322,2	323,5
2019	191,9	136,8	125,8	138,6	148,3
2020	140,9	67,7	110,3	92,3	102,8
Среднее	184,9	179,5	158,0	167,6	172,5
Соя					
2017	23,1	1,6	-7,3	0,8	4,6
2018	451,6	260,1	205,3	252,5	292,4
2019	232,6	118,6	81,1	102,0	133,6
2020	249,4	164,5	106,3	106,7	156,7
Среднее	239,2	136,2	96,4	115,5	146,8

Следует отметить, что возделывание всех культур без внесения удобрений высоко рентабельное, но при этом значительно снижается валовый сбор продукции.

Выводы. На основе данных полученных в течение четырёх лет исследований можно сделать вывод, что с увеличением доз минеральных удобрений урожайность культур возрастала и была максимальной при внесении минерального удобрения осенью в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ с дополнительным весенним внесением азота в дозе 70 кг/га в д.в.. Максимальное содержание масла в семенах подсолнечника и крахмала в зерне кукурузы было получено на контрольном варианте без внесения минеральных удобрений. Процент сахаристости сахарной свёклы и белка в зерне сои было наибольшим при осеннем внесении азотосодержащего вещества в дозе N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ в действующем веществе на 1 га. В условиях длительного применения минеральных удобрений по совокупности урожайности, качественных химических показателей наиболее целесообразно в условиях юго-западной части Белгородской области возделывании подсолнечника, кукурузы на зерно, сахарной свёклы и сои на фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀ с весенним внесением 70 кг/га азота в действующем веществе на 1 га.

Библиография

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.
2. Карабутов, А. П. Приёмы повышения урожайности озимой пшеницы и сахарной свёклы в Белгородской области / Карабутов А. П., Уваров Г. И., Найдёнов А. А // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 7. – С. 49-51.

3. Лукомец, В. М. Перспективная ресурсосберегающая технология возделывания подсолнечника: метод. рекоменд. / В. М. Лукомец. – М.: Роспромагротех, 2008. – 56 с
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый / Под общей редакцией М. А. Федина. – М.: Колос, 1985. – 285 с.
5. Методические рекомендации по оценке качества зерна / ВАСХНИЛ, Науч. совет по качеству зерна ; [Чл.-кор. ВАСХНИЛ А.А. Созинов, кандидаты с.-х. наук Н.И. Блохин, И.И. Василенко и др.]. – Москва : [б. и.], 1977 (вых. дан. 1978). – 172 с.
6. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями: Особенности закладки и проведения длительных опытов в различных условиях / В. Г. Минеев [и др.]. – М.: ВИУА, 1986. – Ч. 1. – 148 с.
7. Минеев, В. Г. Агрохимия: Учебник. – 2-е изд. перераб. и доп. / В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.
8. Мухортова, Т. В. Влияние агротехнических приемов и сортовых особенностей сои на эффективность ее возделывания в условиях северо-запада Прикаспийской низменности : автореферат дис.... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.09 / Волгогр. гос. с.-х. акад. – Волгоград, 2001. – 18 с.
9. Мусаев, Б. С. Потребление и вынос элементов питания соей в зависимости от фона питания // Б. С. Мусаев, Д. С. Асилова // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 20-21.
10. Мякушко, Ю. П. Соя / Ю. П. Мякушко, Т. А. Перестова, И. И. Чалый и др. – М.: Колос, 1984. – 332 с.
11. Мязин, Н. Г. Система удобрения: учебное пособие / Н. Г. Мязин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 350 с.
12. Норовяткин, В. И. Продуктивность различных по скороспелости гибридов кукурузы в зависимости от основных приемов технологии возделывания на черноземах Саратовского Правобережья : дис... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.09 / В. И. Норовяткин; [Место защиты: Оренбург. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва]. – Саратов, 2007. – 159 с.
13. Тишков, Н. М. Содержание и вынос элементов питания растениями сои в зависимости от применения удобрений / Н. М. Тишков, В. Л. Махонин, В. В. Носов // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4(180). – С. 70–79.
14. Технология выращивания кукурузы. Рекомендации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://napksk.ru/media/upload/vozdelyvaniya_kukuruzy_rekomendacii.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

References

1. Dospikhov, V. A. Metodika polevogo opy'ta [Method of field experiment] / V. A. Dospikhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 416 p. (In Russian)
2. Karabutov, A. P. Priyomy` povy`sheniya urozhajnosti ozimoy pshenicy i saxarnoy svyokly` v Belgorodskoj oblasti [Methods of increasing the yield of winter wheat and sugar beet in the Belgorod region] / Karabutov A. P., Uvarov G. I., Naydenov A. A. // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2012. – No. 7. – Pp. 49-51. (In Russian)
3. Lukomets, V. M. Perspektivnaya resursosberegayushhaya texnologiya vozdel'vaniya podsolnechnika: metod. rekomend. [Perspective resource-saving technology of sunflower cultivation: method. Recommend.] / V. M. Lukomets. – M.: Rospromagrotekh, 2008. – 56 p. (In Russian)
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skoxozyajstvenny`x kul'tur. Vy`pusk pervy`j [Methodology for state variety testing of agricultural crops. First edition] / Under the general editorship of M. A. Fedin. – M.: Kolos, 1985. – 285 p. (In Russian)
5. Metodicheskie rekomendacii po ocenke kachestva zerna [Guidelines for assessing the quality of grain] / VASKHNIL, Scientific. grain quality advice; [Corresponding member VASKHNIL A. A. Sozinov, candidates for agricultural workers. Sciences N. I. Blokhin, I. I. Vasilenko and others]. – Moscow: [b. and.], 1977 (out. date 1978). – 172 p. (In Russian)
6. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'ny`x opy'tax s udobreniyami: Osobennosti zakladki i provedeniya dlitel'ny`x opy'tov v razlichny`x usloviyax [Methodical instructions for conducting research in long-term experiments with fertilizers: Features of bookmarking and conducting long-term experiments in various conditions] / V. G. Mineev [et al.]. – M.: VIUA, 1986. – Part 1. – 148 p. (In Russian)
7. Mineev, V. G. Agroximiya: Uchebnik. – 2-e izd. pererab. i dop. [Agrochemistry: Textbook. – 2nd ed. revised and add.] / V. G. Mineev. – M.: Publishing house of Moscow State University, Publishing house "KolosS", 2004. – 720 p. (In Russian)
8. Mukhortova, T. V. Vliyanie agrotexnicheskix priemov i sortovy`x osobennostej soi na e`ffektivnost` ee vozdel'vaniya v usloviyax severo-zapada Prikaspijskoj nizmennosti : avtoreferat dis.... kandidata sel'skoxozyajstvenny`x nauk : 06.01.09 [Influence of agrotechnical methods and varietal characteristics of soybeans on the efficiency of its cultivation in the north-west of the Caspian lowland: abstract of thesis.... Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.09] / Volgogr. state s.-kh. acad. – Volgograd, 2001. – 18 p. (In Russian)
9. Musaev, B. S. Potreblenie i vy`nos e`lementov pitaniya soej v zavisimosti ot fona pitaniya [Consumption and removal of nutrients by soybeans depending on the nutritional background] // B. S. Musaev, D. S. Asilova // Grain economy. – 2003. – No. 1. – Pp. 20-21. (In Russian)
10. Myakushko, Y. P. Soya [Soya] / Y. P. Myakushko, T. A. Perestova, I. I. Chaly and others. – Moscow: Kolos, 1984. – 332 p. (In Russian)

11. Myazin, N. G. Sistema udobreniya: uchebnoe posobie [Fertilization system: a tutorial] / N. G. Myazin. – Voronezh: FGBOU VPO VG AU, 2009. – 350 p. (In Russian)
12. Norovyatkin, V. I. Produktivnost' razlichny'x po skorospelosti gibridov kukuruzy` v zavisimosti ot osnovny'x priemov tekhnologii vozdel'yvaniya na chernozemakh Saratovskogo Pravoberezh'ya : dis... kandidata sel'skoxozyajstvenny'x nauk : 06.01.09 [Productivity of maize hybrids of different early maturity, depending on the basic techniques of cultivation on the chernozems of the Saratov Right Bank: dis ... candidate of agricultural sciences: 06.01.09] / V. I. Norovyatkin; [Place of protection: Orenburg. nauch.-issled. in-t sat. households]. – Saratov, 2007. – 159 p. (In Russian)
13. Tishkov, N. M. Soderzhanie i vy'nos e'lementov pitaniya rasteniyami soi v zavisimosti ot primeneniya udobrenij [Content and removal of nutrients by soybean plants depending on the use of fertilizers] / N. M. Tishkov, V. L. Makhonin, V. V. Nosov // Oil crops. – 2019. – Issue. 4 (180). – Pp. 70-79. (In Russian)
14. Tekhnologiya vy'rashivaniya kukuruzy`. Rekomendacii [Technology of growing corn. Recommendations] [Electronic resource]. – Access mode: URL:https://napksk.ru/media/upload/_vozdel'yvaniya_kukuruzy_.rekomendacii.pdf, free. – Title from the screen. – Russian language

Сведения об авторах

Зюба Светлана Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия, ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Григоров Олег Владимирович, научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия, ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Гапиенко Олег Владимирович, младший научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия УНИЦ «Агротехнопарк», ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Ермолаев Семен Николаевич, агроном лаборатории по изучению систем земледелия, ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Information about authors

Zyuba Svetlana Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher, Laboratory for the Study of Agricultural Systems, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, 308503.

Grigorov Oleg Vladimirovich, Researcher, Laboratory for the Study of Agricultural Systems, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, 308503.

Gapienko Oleg V., Junior Researcher, Laboratory for the Study of Agricultural Systems, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, 308503.

Ermolaev Semyon Nikolaevich, agronomist of the Laboratory for the Study of Agricultural Systems, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, 308503.

УДК 631.527:635.646

А.Г. Кацкая

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ КОЛЛЕКЦИИ БАКЛАЖАНА ПО КОМПОНЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Аннотация. Одним из важнейших требований к современным сортам и гибридам баклажана является способность стабильно проявлять признаки в разных условиях окружающей среды, а также положительно реагировать на их улучшение, т.е. быть пластичными. Наличие таких свойств в сорте или гибриде обуславливает его адаптивный потенциал. Важным показателем при оценке сортов является их экологическая пластичность. Экологическая пластичность определяется как реакция генотипа на изменения условий среды, которые проявляются в фенотипической изменчивости. Цель исследования – провести сравнительную оценку сортов баклажана (*Solanum melongena* L.) по экологической пластичности в условиях Предгорной зоны Крыма. Исследования были проведены в 2016-2018 гг. в отделе селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма», оценены 45 коллекционных образцов иностранной и отечественной селекции баклажана. Анализировали экологическую пластичность коллекционных образцов по продуктивности, продолжительности межфазного периода всходы–техническая спелость плодов и их компонентов. Установлено, что лучшим в этом отношении был образец Фиолетовое чудо, коэффициенты регрессии на среду у которого практически по всем признакам находились в пределах от 0 до 1. Определены различия образцов по пластичности и выделены пять групп-кластеров образцов с разным типом общей выраженности реакции на условия внешней среды. Тип пластичности образца в основном обуславливался признаками «продолжительность периода цветения – техническая спелость плодов», «продолжительность периода всходы – техническая спелость плодов», «количество плодов на растении» и «продуктивность 1 растения».

Ключевые слова: баклажан (*Solanum melongena* L.), образец, признак, экологическая пластичность, продуктивность.

ECOLOGICAL PLASTICITY OF EGGPLANT COLLECTION BY PRODUCTIVITY COMPONENTS AND DURATION OF THE VEGETATION PERIOD

Summary. One of the most important requirements for modern varieties and hybrids of eggplant is the ability to stable show signs in different environmental conditions, as well as to respond positively to their improvement, to be plastic. The presence of such properties in a variety or hybrid determines its adaptive potential. An important indicator when evaluating varieties is their ecological plasticity. Ecological plasticity is defined as the response of a genotype to changes in environmental conditions, which are manifested in phenotypic variability. In the course of our research, we have analyzed the ecological plasticity of the eggplant samples according to productivity, duration of the interphase period “sprouts – technical ripeness of fruits” and their components. The aim of the research was to conduct the comparative assessment of the eggplant cultivars in terms of ecological plasticity under conditions of the foothill zone of the Crimea. The studies were conducted in 2016-2018 in the Department of Plant Breeding and Seed Production of Vegetables and Melons of FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”. Forty-five eggplant samples of domestic and international breeding were evaluated. It was found that *Solanum melongena* L. sample ‘Fioletovoye chudo’ was the best in terms of ecological plasticity. The regression coefficients for the environment for almost all traits ranged from 0 to 1. We also identified samples that were stable in these indicators under conditions of different years of vegetation. Variations in plasticity between the samples were determined. Moreover, five groups-clusters of samples with different types of general degree of reaction to environmental conditions were identified. The type of plasticity of the sample was mainly determined by the signs “duration of the period flowering – technical ripeness of fruits”, “duration of the period sprouts – technical ripeness of fruits”, “number of fruits per plant” and “productivity of one plant”.

Keywords: eggplant (*Solanum melongena* L.), sample, trait, environmental plasticity, productivity.

Введение. В связи с глобальными климатическими изменениями последних лет остро стоит вопрос повышения адаптивного потенциала сельскохозяйственных культур. Важнейшей задачей современной селекции является создание сортов и гибридов, как с экологической адаптивностью, так и способностью формировать стабильный уровень урожайности в разные по погодным условиям годы. Эта способность зависит от нормы реакции генотипа сорта на различные факторы внешней среды [1]. Наиболее успешным в производственных условиях будет выращивание форм, имеющих широкую норму реакции. Образцы, в значительной степени зависящие от факторов среды, при любом стрессе не смогут реализовать свои потенциальные возможности.

Знание закономерностей экологической изменчивости проявления сортовых признаков имеет огромное значение для создания сортов и гетерозисных гибридов F₁ с высокими стабильными показателями основных экологически важных признаков [2, 3].

Цель исследований. Цель работы – провести сравнительную оценку коллекции баклажана (*Solanum melongena* L.) по экологической пластичности для выделения лучших в условиях Предгорной зоны Крыма.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях открытого грунта в отделе селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2016–2018 гг. Материалом для исследований послужили 45 коллекционных образцов баклажана.

Территория опытного участка относится к нижнему Предгорному агроклиматическому району Крыма. Климат района умеренно континентальный, характеризующийся неустойчивым увлажнением.

Почва опытного участка – южный карбонатный тяжелосуглинистый чернозем с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,8 %, азота – 2,3 мг/100 г, фосфора – 24 мг/100 г, калия – 74,5 мг/100 г почвы, рН солевой – 8,1.

Опыт закладывали стандартным методом согласно методическим рекомендациям ВИР [4]. Стандартом служил районированный сорт Алмаз. У коллекционных форм определяли продолжительность межфазного периода «всходы – техническая спелость плодов» и его составляющих периодов – «всходы – цветение» и «цветение – техническая спелость плодов», а также продуктивность одного растения, количество плодов на растении и среднюю массу плода. Степень реакции генотипов на смену условий среды (экологическую пластичность) оценивали с помощью коэффициента экологической пластичности (b_i), отображающим пластичность и стабильность образца относительно среднего выражения реакции всех изучаемых форм на смену условий среды в годы исследований [5]. Классификацию образцов по типам общей выраженности реакции на условия внешней среды проводили с помощью кластерного анализа [6].

Результаты и их обсуждение. В целом среди образцов изученной коллекции по 6 признакам коэффициент экологической пластичности колебался в довольно значительных пределах (от -2,50 у сорта Вкус грибов по продолжительности межфазного периода «цветение – техническая спелость плодов» до 4,80 у образца 34т по средней массе плода). Сильно реагирующими на изменение условий выращивания ($b_i > 1$) по продолжительности периода от всходов до технической спелости плодов оказались 23 образца, по продолжительности межфазного периода «всходы – цветение» – 19 образцов, по продолжительности межфазного периода «цветение – техническая спелость плодов» – 22, по продуктивности – 22, по количеству плодов на растении – 22, по средней массе плода – 17 образцов. Эти образцы можно отнести к типу интенсивных сортов, которые при лучших условиях выращивания формируют больший уровень признака и уменьшают его при ухудшении.

Не реагирующими на изменения условий выращивания ($b_i < 1$), то есть относительно стабильными по продолжительности периода «всходы – техническая спелость плодов» проявили себя 17 образцов, по продолжительности периода «всходы – цветение» – 24 образца, по продолжительности периода «цветение – техническая спелость плодов» – 11, по продуктивности – 18, по количеству плодов на растении – 11, по средней массе плода – 25 образцов.

Особенную природу проявления реакции на изменения условий среды имеют образцы с отрицательными коэффициентами экологической пластичности ($b_i < 0$). Таких образцов по признаку «продолжительность периода от всходов до технической спелости плодов» было выявлено 5, по признаку «продолжительность периода от всходов до цветения» – 2, по признаку «продолжительность периода от цветения до технической спелости плодов» – 12, по признаку «продуктивность» – 5, по признаку «количество плодов на растении» – 12, по признаку «средняя масса плода» – 3 образца. Для них имеет место отличная специфическая реакция по сравнению с остальными образцами на отдельные экологические условия конкретных лет исследования.

В результате исследований выделилась группа образцов, относительно стабильных по большинству из изученных признаков (табл. 1). Особенно отличился образец Фиолетовое чудо, коэффициенты регрессии на среду у которого практически по всем признакам находились в пределах от 0 до 1.

Таблица 1 – Относительно стабильные образцы баклажана по большинству признаков

Название образца	Коэффициенты экологической пластичности (b_i) по признакам					
	Продолжительность периода, сутки			Плодов на растении, шт.	Масса плода, г	Продуктивность 1 растения, г
	всходы - цветение	цветение – техническая спелость плодов	всходы – техническая спелость плодов			
Черныш	0,96	0,94	1,43	-0,43	1,00	0,90
Green shoulden	0,81	0,66	0,27	0,72	2,47	1,50
Буржуй	0,88	0,94	0,83	-0,10	2,18	0,23
Черный красавец	0,43	0,66	1,31	0,97	0,48	1,15
Фиолетовое чудо	0,14	0,42	-0,39	0,06	0,20	0,13
Нижневолжский	0,64	-1,18	1,91	0,84	0,44	0,69
Пантера	1,91	1,56	0,18	0,56	0,14	0,29
Альбатрос	0,62	-0,35	0,71	1,15	0,10	0,95

В пределах изучаемой нами группы образцов с помощью кластерного анализа было выделено пять типов проявления нормы реакции на среду (рис. 1).

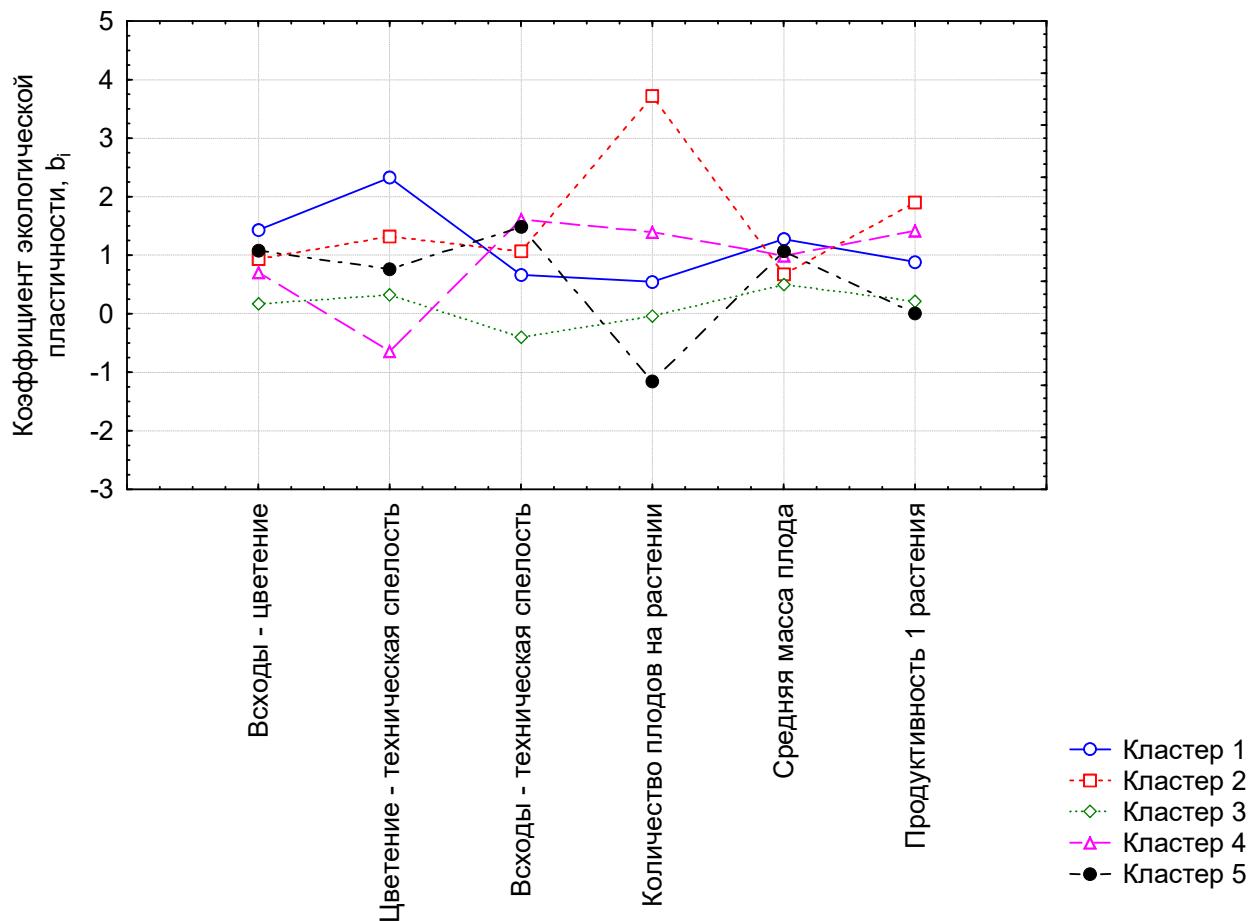


Рис. 1. – Типы образцов баклажана по интегральному проявлению экологической пластичности по пространству признаков

Тип пластичности образца в наших исследованиях обуславливался в основном признаками «продолжительность периода цветение – техническая спелость плодов», «продолжительность периода всходы – техническая спелость плодов», «количество плодов на растении» и «продуктивность 1 растения».

Образцы, попавшие в первый кластер, отличаются стабильным проявлением признака «продолжительность периода всходы – техническая спелость плодов», но при этом имеют высокие коэффициенты пластичности компонентных признаков – продолжительность периодов от всходов до цветения и от цветения до технической спелости плодов. Эти же образцы отличаются стабильным проявлением продуктивности и количества плодов на растении. В данный кластер попала большая часть образцов из изученной коллекции (табл.2). Реакция этих форм на смену условий года является оптимальной для Предгорной зоны Крыма.

Второй кластер объединяет образцы, у которых экологическая пластичность по признакам вегетационного периода близка к единице, что говорит об их относительной стабильности по этим показателям. Однако данные формы сильно реагируют на изменения условий среды колебаниями количества плодов на растении и продуктивности.

Третий, самый малочисленный, кластер отличается слабой изменчивостью по всем изученным признакам, то есть стабильностью их проявления в разных условиях среды.

В четвертый кластер попали образцы с высокими коэффициентами экологической пластичности по признакам «продолжительность периода всходы – техническая спелость плодов», «количество плодов на растении» и «продуктивность 1 растения». При этом данные образцы стабильны по проявлению признаков «продолжительность периода всходы – цветение» и «средняя масса плода».

Пятый кластер образовался из образцов с близкой к абсолютной стабильности по продуктивности и высокой чувствительностью на условия среды по признаку «продолжительность периода всходы – техническая спелость плодов».

Таблица 2 - Характеристика кластеров по экологической пластичности признака «всходы – техническая спелость плодов», продуктивности и его компонентных признаков

Номер кластера	Средние коэффициенты пластичности по кластерам						Количество образцов	
	Продолжительность периода:			количество плодов на растении	средняя масса плода	продуктивность 1 растения	шт.	%
	всходы - цветение	цветение - техническая спелость плодов	всходы - техническая спелость плодов					
	1,43	2,32	0,66	0,55	1,27	0,88	15	33,3
	0,94	1,32	1,07	3,72	0,68	1,90	8	17,8
	0,17	0,32	-0,40	-0,04	0,50	0,22	4	8,9
	0,71	-0,64	1,61	1,39	1,00	1,42	11	24,4
	1,10	0,80	1,50	-1,20	1,10	0,00	7	15,6

Выводы. Таким образом, нами доказано различие коллекционных образцов баклажана по общей выраженности реакции на условия внешней среды и проведено их группирование по типам проявления количественных признаков в различных условиях выращивания. Найдены признаки, обуславливающие тип пластичности образца. Выделены стабильные образцы по большинству признаков, которые являются наиболее ценными в селекции на адаптивность.

Библиография

1. Чекмарев П.А. Стратегия развития селекции и семеноводства в России // Земледелие. 2011.- № 6.- С. 3–5.
2. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода // Генетика, 1985.– Т. 21 - № 9.– С. 1481-1490.
3. Мамедов М.И., Пышная О.Н., Джос Е.А., Шмыкова Н.А., Супрунова Т.П., Митрофанова О.А., Верба В.М. Баклажан (*Solanum* spp.) / М.: Изд-во ВНИИССОК, 2015. – 264 с.
4. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перцы, баклажаны). – Л., 1977. – 24 с.
5. Литун П.П., Кириченко В. В., Петренко В.П., Коломацкая В.П. Адаптивная селекция. Теория и практика на современном этапе. – Харьков: Институт растениеводства им. В.Я.Юрьева, 2007. – 270 с.
6. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Дж.О.Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

References

1. Chekmarev P.A. Strategy for the development of breeding and seed production in Russia // Agriculture, 2011. № 6. -P. 3–5.
2. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. A method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message 1. Justification of the method // Genetics, 1985. – V. 21 -№ 9. – P. 1481-1490.
3. Mamedov M.I., Pyshnaya O.N., Jos E.A., Shmykova N.A., Suprunova T.P., Mitrofanova O.A., Verba V.M. Eggplant (*Solanum* spp.) / M.: Publishing house VNISSOK, 2015. – 264 p.
4. Guidelines for the study and support of the world collection of vegetable solanaceous crops (tomatoes, peppers, eggplants). - Leningrad, 1977 - 39 p.
5. Litun P.P., Kirichenko V.V., Petrenkova V.P., Kolomatskaya V.P. Adaptive breeding. Theory and practice at the present stage. - Kharkiv: Institute of Plant Industry. V.Ya. Yurieva, 2007.- 270 p.
6. Factorial, discriminant, and cluster analysis: Per. from English / J.O. Kim, C.W. Mueller, W.R. Klekka et al. - M.: Finance and Statistics, 1989.- 215 p.

Сведения об авторе

Кацкая Алёна Григорьевна, научный сотрудник отдела селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: kackaja_a@niishk.ru

Information about author

Katskaya Alena Grigorievna, researcher of the Department of vegetable and melon crops selection and seed breeding, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia, 295493; e-mail: kackaja_a@niishk.ru

УДК 551.3:631.4+631/635

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

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Аннотация. Работа посвящена оценке эрозионных процессов на пахотных почвах земель сельскохозяйственного назначения действующих систем земледелия на примере Белгородской области. Проведенные исследования по топографическим картам и космическим снимкам на землях сельскохозяйственного назначения Бубновского сельского поселения за период 1869–2020 гг. показали небольшую изменчивость суммарной длины, густоты и плотности струйчатых размывов, которая прослеживается во временной тенденции к незначительному увеличению. Выявленные параметры эрозионных процессов (древнее эрозионное расчленение – 1,12 км/кв. км; современное эрозионное расчленение – 0,55 км/кв. км; плотность вершин оврагов 1 шт./кв.км; коэффициент напряженности оврагообразования – 0,48) не являются максимальными для Белгородской области, но позволяют говорить о необходимости усиления мер защиты почв от эрозионной деградации. Дешифрирование снимков по данным дистанционного зондирования Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения, показывает, что благодаря рациональной организации территории удалено сплошное облесение овражно-балочной сети и вовремя спроектированные приовражных лесных полос в системе оврагов. Основой для определения площадных характеристик и связанных с ними показателями эрозионного состояния территории служат границы водосборов. Были определены водосборы двух порядков: водосборы балок и водосборы ложинно-ложбинной сети, которые позволили оценить эрозионное состояние почв более дифференцированно. «Вставочные» водосборы на территории хозяйства образовали группу территорий (6 из 26) с наибольшей степенью проявления эрозионных процессов. Для улучшения использования пахотных почв и предотвращения эрозионных процессов авторами рекомендован проект противозерозионной организации территории.

Ключевые слова: пахотные земли, динамика изменения, дешифрирование снимков, дистанционное зондирование, эрозионные борозды, плотность промоин, деградация, геохимические агроландшафты

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

Abstract. The work is devoted to the assessment of erosion processes on arable soils of agricultural land of existing agricultural systems using the example of the Belgorod region. Studies conducted on topographic maps and space images on agricultural lands of the Bubnovsky rural settlement for the period 1869-2020. showed a slight variability in the total length, density and density of jet blurs, which can be traced to a temporary trend towards a slight increase. Identified parameters of erosion processes (ancient erosion dissection - 1.12 km/sq. km; modern erosion dismemberment - 0.55 km/sq. km; density of ravine vertices 1 pc ./sq.km; the coefficient of tension of ravine formation - 0.48) are not maximum for the Belgorod region, but they suggest the need to strengthen measures to protect soils from erosion degradation. The decryption of the images according to remote sensing data of the Unified Federal Information System on Agricultural Lands shows that thanks to the rational organization of the territory, it was possible to stop the growing framing and beam network on the territory of the Bubnovsky rural settlement due to the continuous afforestation of the ravine-beam network and the timely designed near-ravine forest strips in the ravine system. The basis for determining the area characteristics and associated indicators of the erosion state of the territory is the boundaries of catchments. Catchments of two orders were identified: catchments of beams and catchments of the hollow-false network, which made it possible to assess the erosion state of soils more differentiated. "Insertion" catchments on the territory of the farm formed a group of territories (6 out of 26) with the greatest degree of erosion processes. To improve the use of arable soils and prevent erosion processes, the authors recommended a draft anti-erosion organization of the territory.

Keywords: arable land, dynamics of change, decryption of images, remote sensing, erosion furrows, density of promontory, degradation, geochemical agroland scaffolds

Введение. Эрозия почв неспроста рассматривается как глобальная проблема человечества. Последствия разрушения плодородного слоя земли катастрофически. Причин возникновения эрозии много. Основная из них - нерациональное использование сельскохозяйственной территории, выражающееся прежде всего в уничтожении естественной растительности.

Растительный покров предохраняет почву от чрезмерного иссушения, резко снижает скорость ветра у поверхности почвы, защищает почвенные агрегаты от механического разрушения каплями дождя. Корневая система растений не только скрепляет почвенные части-

цы, препятствуя их выдуванию и смыву, но и способствует образованию водопрочной структуры. Накапливающийся на поверхности почвы слой влагоемких органических остатков в виде лесной подстилки или дернины препятствует возникновению потоков текущих вод даже в период обильного увлажнения. Этому благоприятствует также хорошая водопроницаемость почв, которые под покровом растений меньше промерзают зимой и быстрее оттаивают весной (Волков, 1998).

От эрозии человечество каждый день безвозвратно теряет более 3 тыс.га, всего уже потеряно свыше 50 млн. га плодородных земель. От смыва, размыва и выдувания почв урожаи всех сельскохозяйственных культур в среднем снижаются на 20-40%. Образование на поверхности почвы промоин, ложбин и оврагов затрудняет обработку земель и снижает производительность почвообрабатывающей и уборочной техники (Варламов, 1993).

В странах с умеренным климатом эрозия, в зависимости от характера почв колеблется в пределах 0,5-20 т/га в год, а в тропических регионах с обильными осадками может достигать и 200 т/га.

В разных странах мира эрозией разрушено около 430 млн. га земельных угодий, из них около 60 млн. га пашни - ветровой и 92,3 млн. га - водной эрозией. На слабосмытых почвах урожайность сельскохозяйственных культур снижается на 10-30 %, на сильносмытых - почти на 50%. Овраги, образовавшиеся разрушают сельскохозяйственные угодья, разрезают поля на малые участки. Овраги дренируют водоносные горизонты, что приводит к иссушения больших площадей, ухудшают рост и развитие растительного покрова.

Ежегодно потери почвы от эрозии и пашни достигают 9 т/га, общий их объем от ветровой эрозии - 160 млн. т грунта, от водной - около 117 млн. т. Интенсивность ветровой эрозии зависит от культур, которые выращивают и особенностей агротехники. По степени проявления эрозии в посевах культуры размещаются в такой последовательности: кукуруза, овощные, табак, соя, озимая пшеница, яровые зерновые (Варламов, 1993).

По мнению ряда ученых, эрозия является одним из основных источников исчезновения плодородных почв (Волков, 1998).

При дешифрировании эрозионных процессов на космических снимках особенностью является непостоянство яркостных характеристик в различных участках изображения, которое возникает в результате выхода на поверхность почвообразующих пород. В этом случае характер кривой спектрального отражения меняется. Для большинства типов почв с нормально развитым генетическим профилем эти изменения влияют на интенсивность изображения. В почвах с резко дифференцированным генетическим профилем, или, если темпы эрозии экстремальные и степень эродированности сильная и очень сильная, изменениям величин интегрального отражения сопутствуют изменения тональности окраски (Бобровицкая, 1986). Исследования распределения пикселей по значению фототона позволяют установить их корреляцию с количественными характеристиками объекта мониторинга (Буробкин, 2005).

Материалы и методы исследования. Белгородская область находится на юго-западных и южных склонах Среднерусской возвышенности в бассейнах рек Дона и Днепра. Этим определяется рельеф: всхолмленная пологоволнистая эрозионная равнина со средней высотой 200 метров (над уровнем моря). На юго-востоке – разнотравные луговые степи, в основном распаханые.

На долю, сельскохозяйственных угодий Белгородской области, поражённых эрозией, приходится 60 % территории. Из них 12 % находится под оврагами, половина которых имеют действующие вершины. В среднем на одно хозяйство приходится 7 действующих оврагов, а в некоторых хозяйствах юго-востока области число их достигает 100-150. Если учесть, что в среднем каждый действующий овраг ежегодно прирастает на 20 м², то область теряет ежегодно свыше 30 га сельскохозяйственных угодий (Белоусова, 2013).

Исследуемые земли сельскохозяйственного использования, расположенные в Бубновском сельском поселении (Корочанский район, Белгородской области), представляет собой

типичный для южных склонов Среднерусскую возвышенность агроландшафт. Необходимо отметить, что местный базис эрозии составляет 75 м.

При выполнении работы использовались следующие методы: обзор и анализ научной литературы; сравнительный, сравнительно-географический, картографический, ГИС – технологии (уникальная научная установка - ВЕГА-Science, входящая в состав Центра коллективного пользования "ИКИ-Мониторинг", предназначенного для решения научных задач изучения и мониторинга окружающей среды с использованием методов и технологий спутникового дистанционного зондирования (Лупьян., 2015); модуля работы с данными дистанционного зондирования Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) (Козубенко, 2018), созданной и развиваемой Минсельхозом России), а также данные старых топографических карт 1869 года.

Базовым методом исследования являлась визуальная идентификация эрозии пахотных полей путем визуального анализа экранного изображения космических снимков высокого разрешения с использованием данных информационной системы Аналитического центра Минсельхоза России, которые позволяют распознать все процессы развития эрозии на пахотных полях в реальном времени.

Результаты и обсуждение. В нашем исследовании, скорость роста оврагов была определена с помощью военной топографической карты 1869 года, а также с помощью космического снимка 2020 года, представленного Аналитическим центром Минсельхоза России. На космическом снимке 2020 года проводился подсчет вновь образовавшихся промоин и эрозионных борозд, и результат сравнивался с военной топографической картой 1869 года (рис.1).

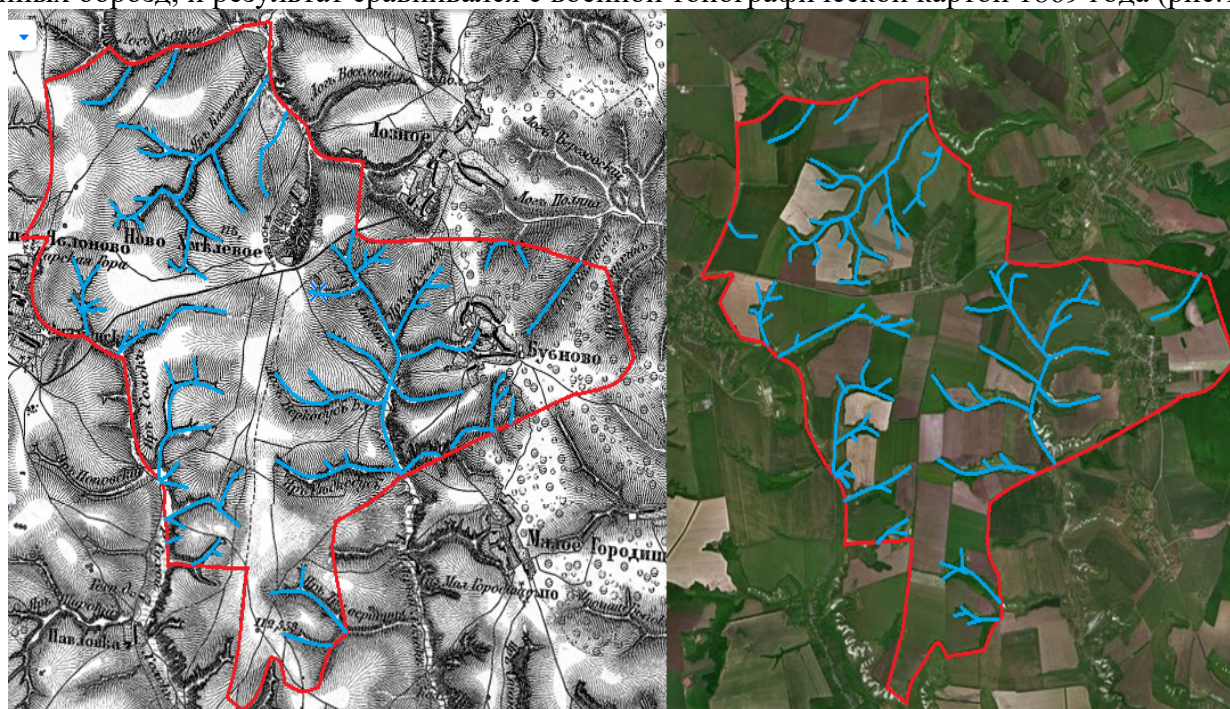


Рис.1 - Длина и густота овражно-балочной сети на военно-топографической карте 1869 года и космоснимке 2020 года Бубновского сельского поселения Корочанского района Белгородской области

Динамика развития эрозионных процессов за 150 лет, показывает, что благодаря рациональной организации территории удалось остановить растущую овражно-балочную сеть на территории Бубновского сельского поселения за счёт сплошного облесения овражно-балочной сети и вовремя спроектированные приовражных лесных полос в системе оврагов (рис.2).

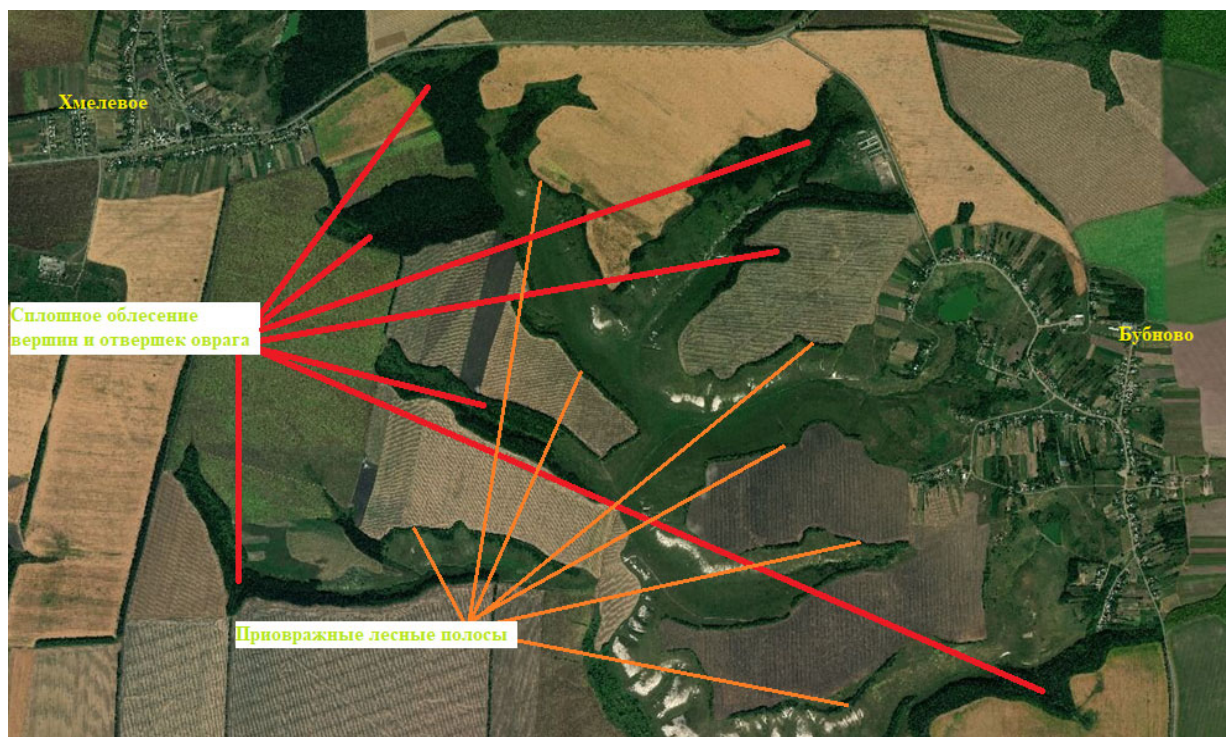


Рис.2 - Сплошное облесение вершин и отвешек овражно-балочной сети и приовражные лесные полосы на территории Бубновского сельского поселения

С помощью совместного дешифрирования на основе космических снимков последних лет и топографической карте 1869 года был проведён анализ динамики изменения проявления эрозионных процессов на территории земель сельскохозяйственного назначения в границах Бубновского сельского поселения с целью выявления недостатков в использовании пахотных участков. Сравнительный анализ топографической карты и космического снимка на территории Бубновского сельского поселения в период за 150 лет, не показал увеличение густоты овражно-балочной сети и плотности оврагов.

Полученная нами величина средней скорости роста овражно-балочной сети за 150-летний период составила 0,42 м/год. Основные параметры, количественно характеризующие динамику пояса струйчатой и плоскостной эрозии показывают увеличение показателей всего на 6 единиц. Плотность и густота овражно-балочной сети за 150-летний период увеличилась в 1,19 раз (табл.1).

На втором этапе исследования для определения эрозионной оценки пашни с помощью установки ВЕГА-Science по картографическому слою (рельеф - данные SRTM) были выделены диапазоны контуров (по анализу распределения пикселей) с различной степенью смытости. Результаты исследования контуров пашни, показали, что 8,87 % пашни на участке сильно смытые, среднесмытые около 14,96%, слабосмытые 24,00 %, несмытые - 52,17%.

Таблица 1 - Динамика водной эрозии на пахотных участках

Показатели	Единица измерения	На топографической карте 1869 года	На космическом снимке 2020 года	Разница показателей
Площадь пашни	км ²	44,12	44,12	-
Суммарная длина	км	47,52	56,87	+9,35
Количество вершин	шт	56	62	+6
Густота промоин	км/км ²	1,08	1,29	+0,21
Плотность промоин	ед/км ²	1,27	1,41	+0,14

На следующем этапе исследования, были определены контуры пахотных полей исследуемой территории по активному слою «открытой карты» ЕФИС ЗСН, после чего, открытая карта сменялась на активный слой «космического снимка», по которому и были изучены каждый участок пашни (77 пахотных полей (рис.3)), с целью выявления на нём деградационных процессов.

Как показывает анализ дешифрирования спроектированных полей в действующих системах севооборотов на территории Бубновского сельского поселения Корочанского района, можно заметить, что имеются поля, где можно наблюдать эрозионные борозды и промоины, но они занимают 2 % от всей территории пахотных земель поселения.

Из 77 продешифрированных пахотных полей, почти 94,9 % территории эрозионные процессы приостановлены благодаря, грамотно спроектированным противоэрозионным мероприятиям.

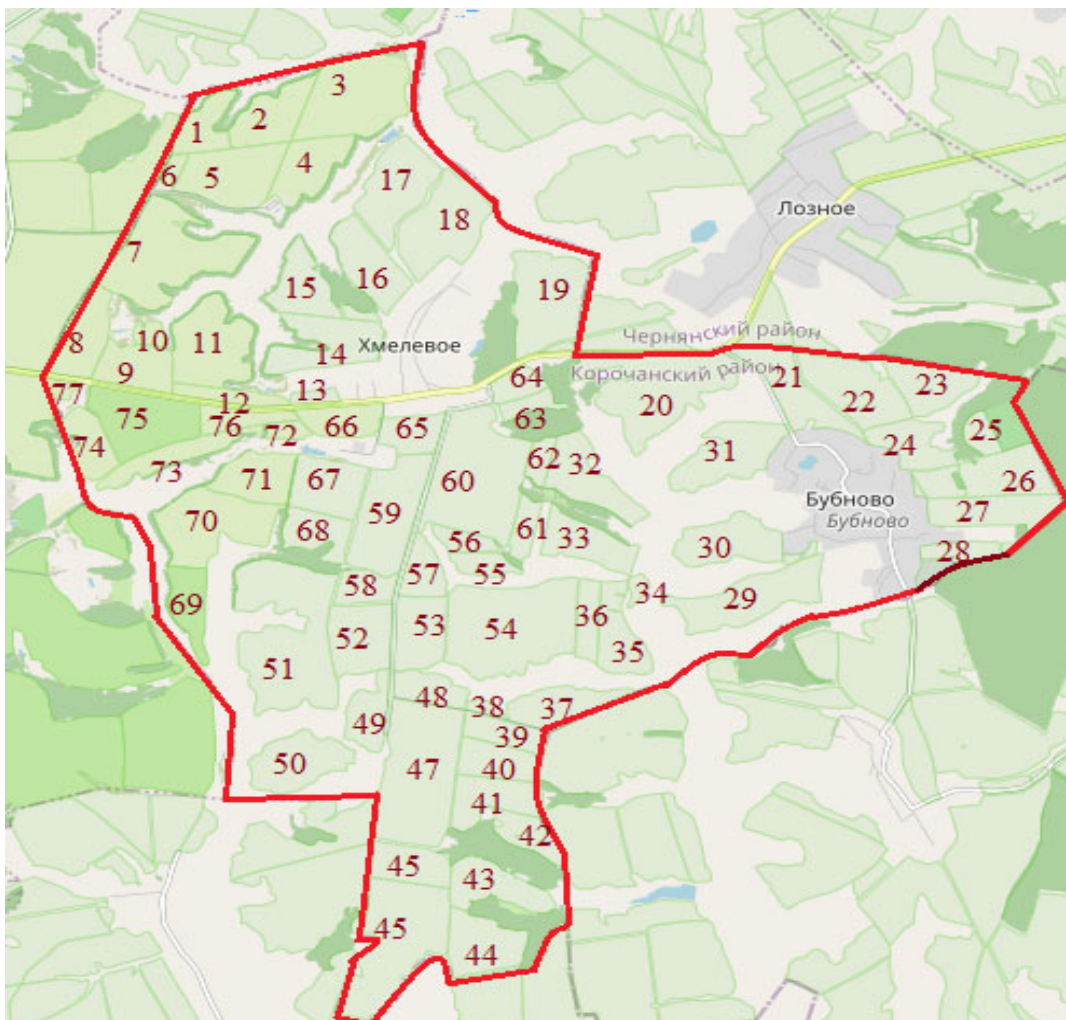


Рис. 3 - Нумерация пахотных полей Бубновского сельского поселения в системе ЕФИС ЗСН

Территория Бубновского сельского поселения представляет собой территорию различных водосборов: балка Гончарский Лог (1); балка Прутов Лог (2, 3, 5, 6); балка Казанная (4); балка Весёлый Лог (7); балка Росиаши (8, 9, 10, 11, 12); урочище Среднее (13, 14); урочище Осинное (15); урочище Верховозуб Дальний (16); урочище Рукавчик (17, 18, 19, 20, 24, 25); балка Лощёный Лог (21, 22); урочище Васильевская Дача (23) (рис.4). Развитие эрозионных процессов прежде всего приурочено к уже существующей гидрографической сети (Козменко, 1954).

В ходе проведения полевых работ было выполнено исследование всех суходольных звеньев (днищ балок, лощин, ложбин), а также территорий, потенциально подверженных эрозионным процессам, – выпуклых склонов межбалочных водосборов (Курдюмов, 1977).

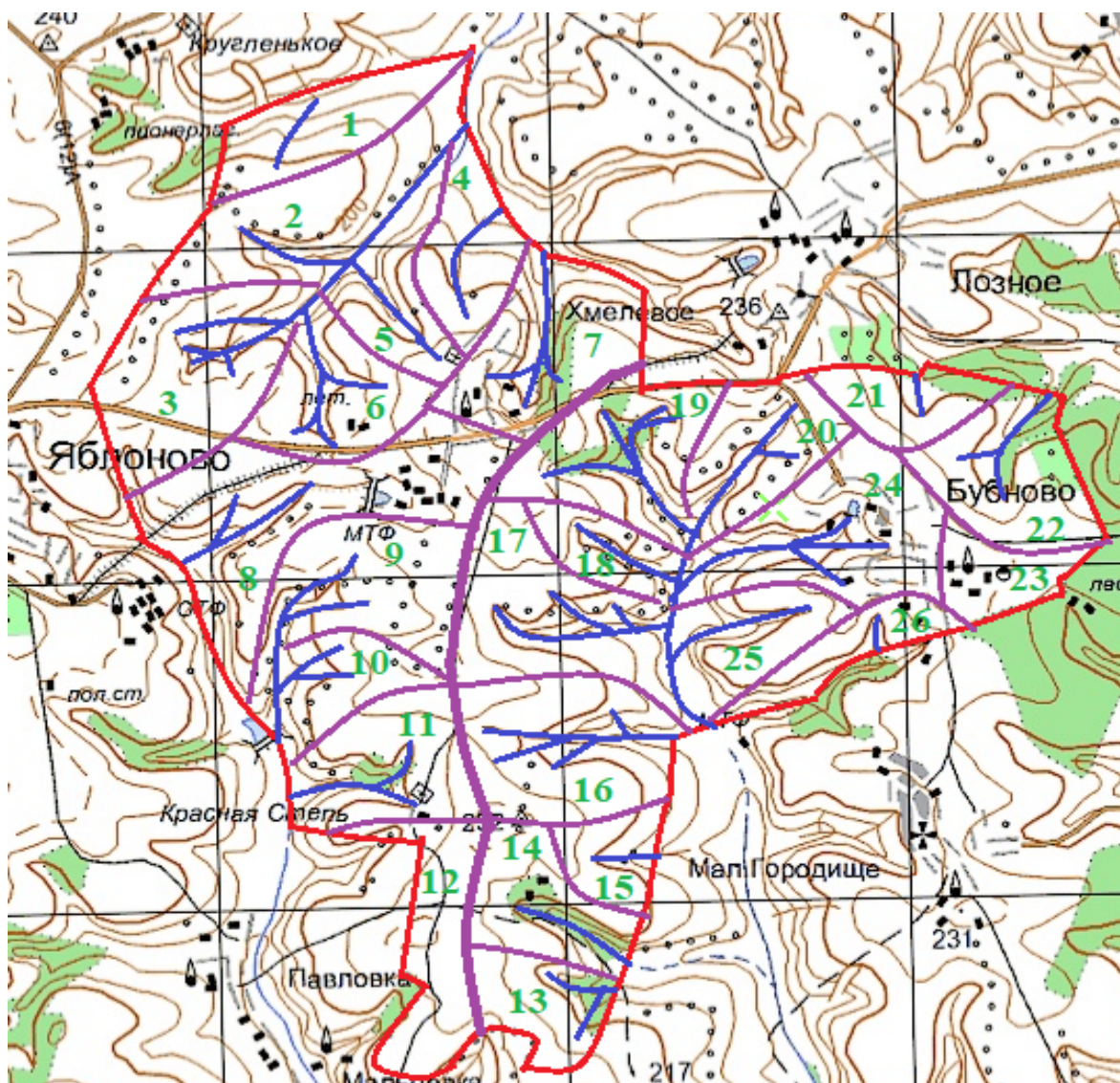


Рис.4 - Картограмма структуры водосборов на территории Бубновского сельского поселения

Точно установленные границы водосборов служат основой для определения площадных характеристик и связанных с ними показателями эрозионного состояния территории. Были определены водосборы двух порядков: водосборы балок и водосборы лоцинно-ложбинной сети. Выявление водосборов на порядок ниже, чем балочные водосборы, позволит оценить эрозионное состояние почв более дифференцированно. Всего было выделено двадцать шесть водосборов. Средняя площадь выделенных лоцинно-ложбинных водосборов равна 9 кв. км, минимальная – 4 кв. км, максимальная – 15 кв. км. В нижней части исследуемых балочных водосборов лоцинно-ложбинные водосборы не выделялись, так как данная территория представляет собой пойму р. Халань.

Ландшафтная структура территории содержит как собирающие водосборы, так и рассеивающие (Гаршинёв, 1977). Основными величинами, полученными на основе картографического материала, стали: площади водосборов (кв. км), протяженность древних эрозионных форм (км), протяженность современных эрозионных форм (км), количество вершин оврагов (шт.). Данные параметры для каждого водосбора были внесены в базу данных. С использованием функциональных возможностей пакета прикладных программ Excel на основе полученного массива первоначальных данных был произведен расчет количественных параметров эрозионного состояния водосборов: древнее эрозионное расчленение (км/кв. км), современное эрозионное расчленение (км/кв. км), плотность вершин оврагов (шт./кв. км), коэффициент напряженности оврагообразования – как отношения современного (овражного) расчленения к древнему (в данном случае лоцинно-ложбинному) (табл.2).

С использованием аналитических функций для каждого параметра был произведен расчет статистических величин: среднее значение, минимальное, максимальное. Анализ таблицы дает основание для выделения территорий с наибольшей степенью проявления эрозионных процессов. Ими являются водосборы 7, 9, 17, 18, 25, 26 (рис. 4). Данную группу образуют, прежде всего, так называемые «вставочные» водосборы. Указанные территории имеют ряд отличий (выпуклые склоны), обуславливающих их повышенную эрозионную опасность.

В качестве экологически однородного участка предлагается «элементарный ареал агроландшафта (ЭАА), который представляет собой участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарной почвенной структурой при одинаковых геологических и микроклиматических условиях» (Тубалов, 2008). Такое определение наиболее полно отражает требования экологического подхода к формированию адаптивных систем земледелия.

Таблица 2 - Показатели эрозионного состояния ложинно-ложбинных водосборов

№ водосбора	Лощинно-ложбинное расчленение, км/км ²	Овражное расчленение, км/км ²	Плотность вершин оврагов, шт/км ²	Коэффициент напряжённости оврагообразования
1	1,21	0,58	1,0	0,48
2	1,48	0,65	0,8	0,44
3	1,06	0,50	0,4	0,47
4	0,64	0,27	0,5	0,43
5	0,53	0,11	0,2	0,20
6	0,98	0,27	0,5	0,28
7	0,89	0,28	0,5	0,31
8	1,76	1,41	1,2	0,80
9	1,24	0,49	0,7	0,39
10	1,00	0,58	0,8	0,58
11	0,86	0,54	0,9	0,62
12	1,51	0,62	0,6	0,41
13	1,26	0,74	1,4	0,59
14	0,72	0,26	0,9	0,36
15	0,92	0,42	0,9	0,46
16	0,99	0,41	0,7	0,42
17	0,98	0,76	2,0	0,78
18	1,47	0,62	1,1	0,42
19	1,14	0,45	0,9	0,39
20	1,50	0,81	1,3	0,54
21	0,96	0,48	0,9	0,50
22	1,62	0,94	1,2	0,58
23	0,75	0,77	0,8	0,46
24	0,62	0,89	0,9	0,88
25	1,12	0,42	0,9	0,38
26	0,54	0,24	0,6	0,44
Среднее значение	1,12	0,55	1,0	0,48
Min значение	0,53	0,11	0,2	0,20
Max значение	1,62	1,41	1,4	0,80

Нами, была спроектирована рекомендуемая противоэрозионная организация территории Бубновского сельского поселения с учётом аккумулятивных процессов (Глазовская, 2007) (рис.5).

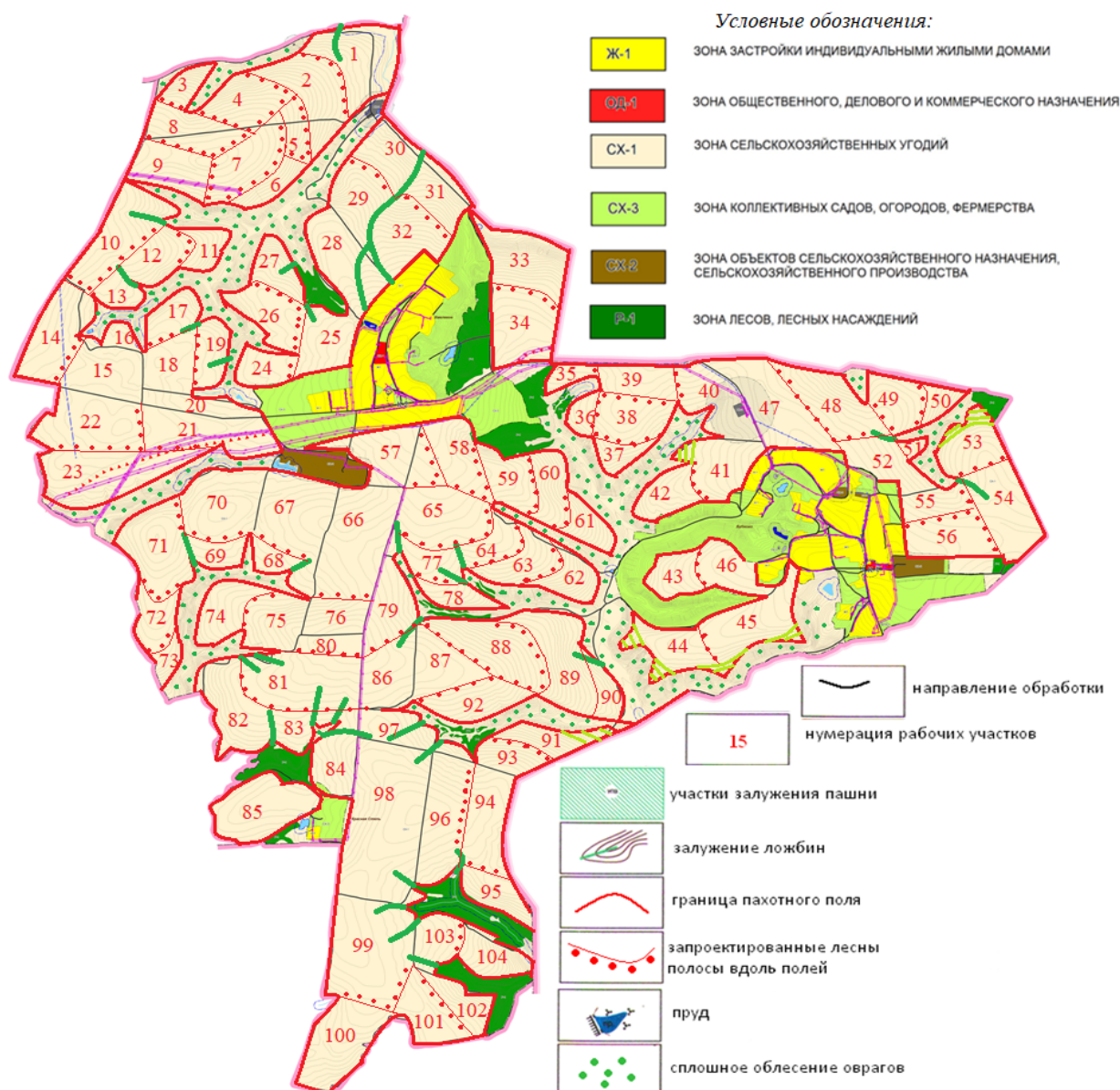


Рис.5. - Рекомендуемая противозрозионная организация территории Бубновского сельского поселения

Заключение. Анализ полученных данных подтверждает: изменения свойств почв (уменьшение содержания гумуса, уменьшение мощности гумусового горизонта) приурочены прежде всего к линейным формам проявления эрозии. Это положение дает основание для проведения оценки почвенно-эрозионного состояния на основе методов дешифрирования изображения по космоснимкам.

В ходе исследований ложинно-ложбинного звена гидрографической сети была изучена важная особенность, присущая данным территориям. Ложбинные звенья являются зоной перехода плоскостной формы эрозии в ее линейные формы (территория временной ручейковой сети, которая формируется во время интенсивных летних осадков).

Рекомендации: с помощью модуля данных дистанционного зондирования Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения в границах муниципального района любого региона Российской Федерации, сначала выявить все недостатки в использовании сельскохозяйственных угодий, повлекшие деградацию пахотных почв, а затем их устранение, с помощью внедрения в систему земледелия обязательных мероприятий по возобновлению пахотных участков и истощению почв.

Библиография

1. Бобровицкая Н. Н. Методические рекомендации по применению материалов аэрофотосъемок для исследования и расчета характеристик водной эрозии почв. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. 110 с.
2. Буробкин И. Моделирование эффективной работы сельскохозяйственного предприятия// АПК: экономика, управление. - №12, 2005. С.70-72.
3. Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Петина В.И., Шевченко В.Н., Фурманова Т.Н. Оценка эколого-геоморфологической опасности территории Белгородской области // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5.; [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10467>.
4. Варламов А.А. Организация территории сельскохозяйственных землевладений и землепользований на эколого-ландшафтной основе/А.А. Варламов. - М., 1993. 114с.
5. Волков С.Н. Землеустройство в условиях земельной реформы: экономика, экология, право / С.Н. Волков. - М.: Былина, 1998. С. 197-238.
6. Гаршинев, Е. А. Формально-генетический анализ горизонталей (рельефа местности) в связи с контурным размещением противозерозионных лесонасаждений / Е. А. Гаршинев // Лесомелиорация при контурном земледелии: сб. науч. тр. Вып.93.– Волгоград: ВНИАЛМИ, 1988. 153 с.
7. Козубенко И.С., Бегляров Р.Р., Вандышева Н.М., Бабак В.А., Денисов П.В., Трошко К.А. Использование материалов дистанционного зондирования Земли в Единой федеральной информационной системе о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) // Материалы 2-й Всерос. науч. конф. с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург, 26–28 сент., 2018. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. С. 19–25.
8. Козменко, А. С. Основы противозерозионной мелиорации / А. С. Козменко. – М.: Сельхозгиз, 1954. 423 с.
9. Курдюмов, Л. Д. Закономерности эрозионно-аккумулятивного процесса / Л. Д. Курдюмов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. 128 с.
10. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. - М.: Колос, 1996. С. 82-250.
11. Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Балашов И.В., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Суднева О.А., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263–284.
12. Тубалов, А. А. Применение ландшафтно-водосборного подхода при картографировании территории в целях ее адаптивно-ландшафтного обустройства / А. А. Тубалов // Стрелень: науч. ежегодник. – Вып. 6. – Волгоград: Издатель, 2008. С. 61–66.

References

1. Bobrovitskaya N. N. 1986. Methodological recommendations on the use of aerial photography materials for the study and calculation of the characteristics of water erosion of soils. - L.: Hydrometeoisdat, 110 p.
2. Burobkin I. 2005. Modeling the effective operation of an agricultural enterprise//agro-industrial complex: economics, management, №12. P. 70-72.
3. Belousova L.I., Kireeva-Genenko I.A., Petina V.I., Shevchenko V.N., Furmanova T.N. 2013. Assessment of the ecological and geomorphological danger of the territory of the Belgorod region//Modern problems of science and education. № 5.; [electronic resource]. Access Mode: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10467>.
4. Varlamov A.A. 1993. Organization of the territory of agricultural land tenure and land use on an environmental-landscape basis/A.A. Varlamov. - M., 114 p.
5. Volkov S.N. 1998. Land management in the conditions of land reform: economics, ecology, law/S.N. Volkov. - M.: Bylina. P. 197-238.
6. Garshinev, E. A. 1988. Formal genetic analysis of contours (terrain) in connection with the contour placement of anti-erosion forest plantations/E. A. Garshinev//Forest reclamation in contour agriculture: sb. scientific. tr. Effect.93.- Volgograd: VNIALMI. 153 p.
7. Kozubenko I.S., Beglyarov R.R., Vandysheva N.M., Babak V.A., Denisov P.V., Troshko K.A. 2018. Use of Earth remote sensing materials in the Unified Federal Information System on Agricultural Lands (EFIS ZSN)//Materials 2nd All. scientific. conf. with international participation "Application of Earth remote sensing in agriculture." St. Petersburg, 26-28 Sep., 2018. St. Petersburg: FSBNU AFI. P. 19-25.
8. Kozmenko, A. S. 1954. Fundamentals of erosion reclamation/A. S. Kozmenko. - M.: Arkhangelgiz. 423 p.
9. Kurdyumov, L. D. 1977. Patterns of erosion-accumulative process/L. D. Kurdyumov. - L.: Hydrometeoisdat. 128 p.
10. Kiryushin V.I. 1996. Ecological foundations of agriculture/V.I. Kiryushin. - M.: Kolos, 250 p.
11. Lupyan E.A., Proshin A.A., Burtsev M.A., Balashov I.V., Bartalev S.A., Efremov V.Yu., Kashnitsky A.V., Mazurov A.A., Matveev A.M., Sudneva O.A. 2005. Sychugov. T. 12. № 5. P. 263-284.
12. Tubalov, A. A. 2008. Application of a landscape-catchment approach in mapping the territory for the purpose of its adaptive landscape arrangement/A. A. Tubalov//Strezhen: scientific. yearbook. - Out. 6. - Volgograd: Publisher. P. 61-66.

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: elc-serikova@yandex.ru

Лопачёв Николай Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Земледелия, агрохимии и агропочвоведения» ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина», ул. Генерала Родина, 69, г. Орёл, Россия, 302019, тел.: +7 (4862) 43-69-98, Email: lopachev.nikolai@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: elc-serikova@yandex.ru

Lopachev Nikolai Andreevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Agrochemistry, FSBOU VO Oryol GAU named after N.V. Parakhin, ul. General Rodina, 69, Oryol, Russia, 302019, tel.: +7 (4862) 43-69-98, Email: lopachev.nikolai@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 631.95:631.84

Т.С. Морозова, В.И. Желтухина, Е.Ю. Колесниченко

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

Аннотация. В условиях юго-западной части ЦЧР РФ изучено влияние средств химизации на содержание минерального азота в почве по фазам развития озимой пшеницы. Увеличению содержания минерального азота в почве способствует минерализация органического вещества под влиянием минеральных удобрений, главным образом азотных. Установлена зависимость минерального азота от доз и систем удобрений. Максимальному увеличению содержания минерального азота в почве способствует минеральная и органо-минеральная система удобрений. При внесении минеральных удобрений в дозе 150 кг/га д.в. азота и по 120 кг/га д.в. фосфора и калия содержание минерального азота в фазу кущения составило 17,1 мг/кг, что в 2,4 раза выше значений контрольного варианта. Самое значимое увеличение его содержания в корнеобитаемом слое почвы отмечается при внесении $N_{90}P_{60}K_{60}$ на фоне последствия 80 т/га навоза. Изучена динамика содержания минерального азота в пахотном слое чернозема типичного в течение вегетационного периода озимой пшеницы. Весной в фазу кущения содержание азота в почве низкая, а к фазе полной спелости увеличивается. Запасы минерального азота в почве за весенне-летний период перераспределяются по слоям. Более высокое содержание в фазу кущения отмечено в слоях 61–80 и 81–100 см, а в фазу полной спелости в слоях 0–20 см и 61–80 см. Наибольшие запасы сосредоточены в слое почвы 61–80 см. Установлена прямая корреляция между содержанием азота в почве и урожайностью озимой пшеницы, а также между содержанием общего азота в растениях и содержанием белка в зерне. В большей степени урожайность культуры определяется запасами минерального азота в слое почвы 0–40 см, 0–60 см и 0–100 см в летний и весенний периоды.

Ключевые слова: чернозем типичный, минеральный азот, нитратный азот, аммонийный азот, навоз, минеральные удобрения, озимая пшеница, урожайность.

INFLUENCE OF CHEMICAL AGENTS ON THE ACCUMULATION OF NITRATE NITROGEN IN THE SOIL

Abstract. In the conditions of the southwestern part of the Central Black Earth Region of the Russian Federation, the effect of chemicals on the content of mineral nitrogen in the soil was studied according to the phases of development of winter wheat. An increase in the content of mineral nitrogen in the soil is facilitated by the mineralization of organic matter under the influence of mineral fertilizers, mainly nitrogen fertilizers. The dependence of mineral nitrogen on the doses and systems of fertilizers has been established. The mineral and organo-mineral fertilization system contribute to the maximum increase in the content of mineral nitrogen in the soil. When applying mineral fertilizers at a dose of 150 kg / ha, nitrogen and 120 kg / ha a.i. phosphorus and potassium content of mineral nitrogen in the tillering phase was 17.1 mg / kg, which is 2.4 times higher than the values of the control variant. The most significant increase in its content in the root-inhabited layer of soil is observed when $N_{90}P_{60}K_{60}$ is applied against the background of the aftereffect of 80 t / ha of manure. The dynamics of the content of mineral nitrogen in the arable layer of typical chernozem during the growing season of winter wheat has been studied. In spring, in the tillering phase, the nitrogen content in the soil is low, and by the phase of full ripeness it increases. Mineral nitrogen reserves in the soil for the spring-summer period are redistributed by layers. A higher content in the tillering phase was noted in layers 61–80 and 81–100 cm, and in the phase of full ripeness in layers 0–20 cm and 61–80 cm. The largest reserves are concentrated in the soil layer 61–80 cm. A direct correlation has been established between the nitrogen content in the soil and the yield of winter wheat, as well as between the total nitrogen content in plants and the protein content in the grain. To a greater extent, the crop yield is determined by the reserves of mineral nitrogen in the soil layer of 0–40 cm, 0–60 cm and 0–100 cm in summer and spring.

Key words: typical chernozem, mineral nitrogen, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, manure, mineral fertilizers, winter wheat, yield.

Введение. Стремление получить более высокий урожай с возделываемой культуры приводит к необходимости применения средств химизации. Химизация является важнейшим фактором в интенсификации аграрного производства. [3, 4]

Основным элементом, определяющим величину урожая сельскохозяйственных культур и показатели качества растениеводческой продукции, является азот. При несоблюдении сроков и доз внесения удобрений отмечается аккумуляция нитратного азота в растениях, что приводит к неблагоприятным экологическим последствиям окружающей среды и отражается на здоровье человека. [1,2, 5]

Организм человека испытывает значительную нагрузку употребляя в пищу продукты питания с повышенным содержанием нитратов в сочетании с питьевой водой, загрязненной данными веществами. Что приводит к нарушению работы в системах органов человека: иммунной, эндокринной, сердечно-сосудистой, нервной.

Цель исследований. Целью наших исследований является различных систем применения удобрений на изменение содержания нитратного азота в чернозёме типичном.

Исследования проводились в стационарном полевом опыте на базе лаборатории плодородия почв и мониторинга ФАНЦ РАН «Белгородский».

Методика материалы и методы. Полевые опыты проводились в зернопропашном севообороте с чередованием культур: горох – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень – кукуруза на силос.

Схема опыта, включающая варианты с внесением минеральных и органических удобрений, выглядит следующим образом: контроль (без удобрений), дозы минеральных удобрений, дозы органических удобрений, сочетания минеральных и органических удобрений в различных дозах.

Одинарная доза минеральных удобрений составляла N₉₀P₆₀K₆₀, а двойная доза – N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀. Доза навоза, рассчитанная на простое воспроизводство почвенного плодородия составляла 40 т/га, а двойная – 80 т/га.

Результаты. Наблюдения за содержанием минерального азота в почве под озимой пшеницей при посеве и уборке позволили выявить определённые закономерности (рис. 1,2).

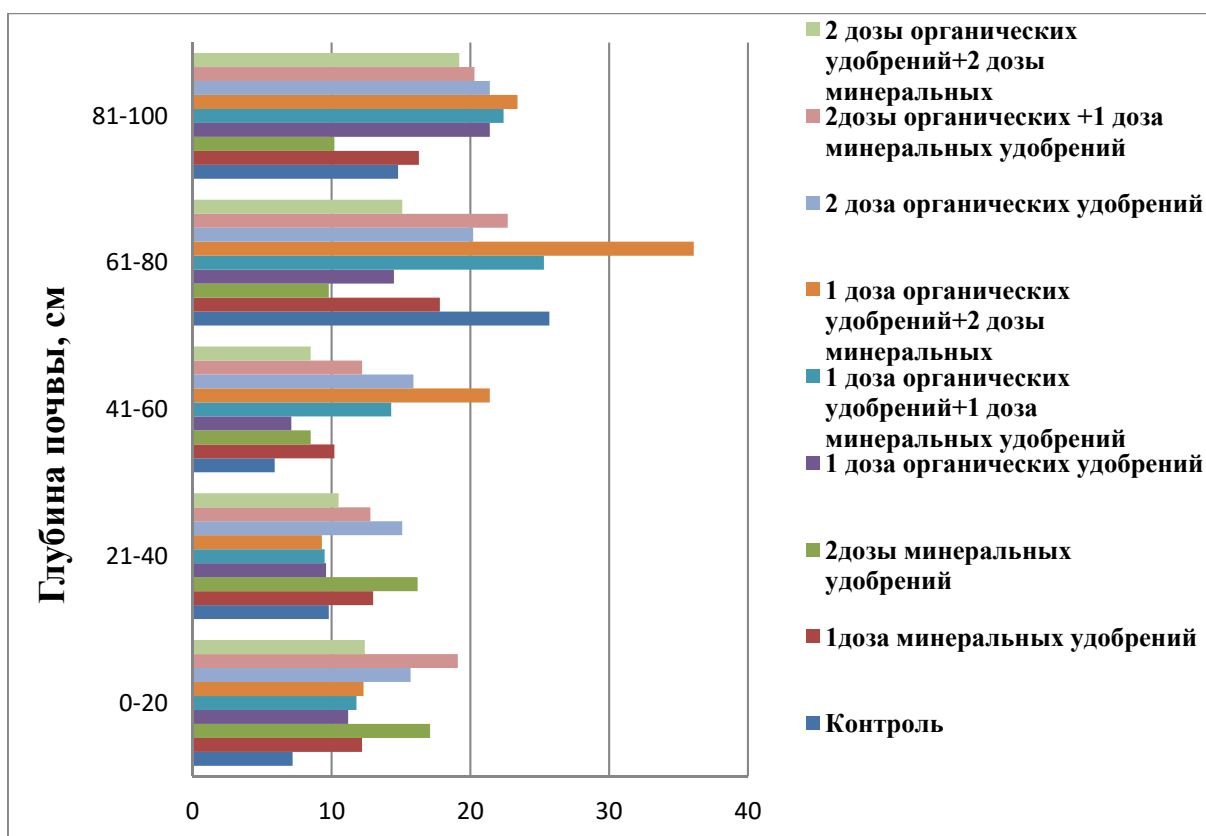


Рис. 1 - Содержание минерального азота в почве в начале вегетации озимой пшеницы, мг/кг

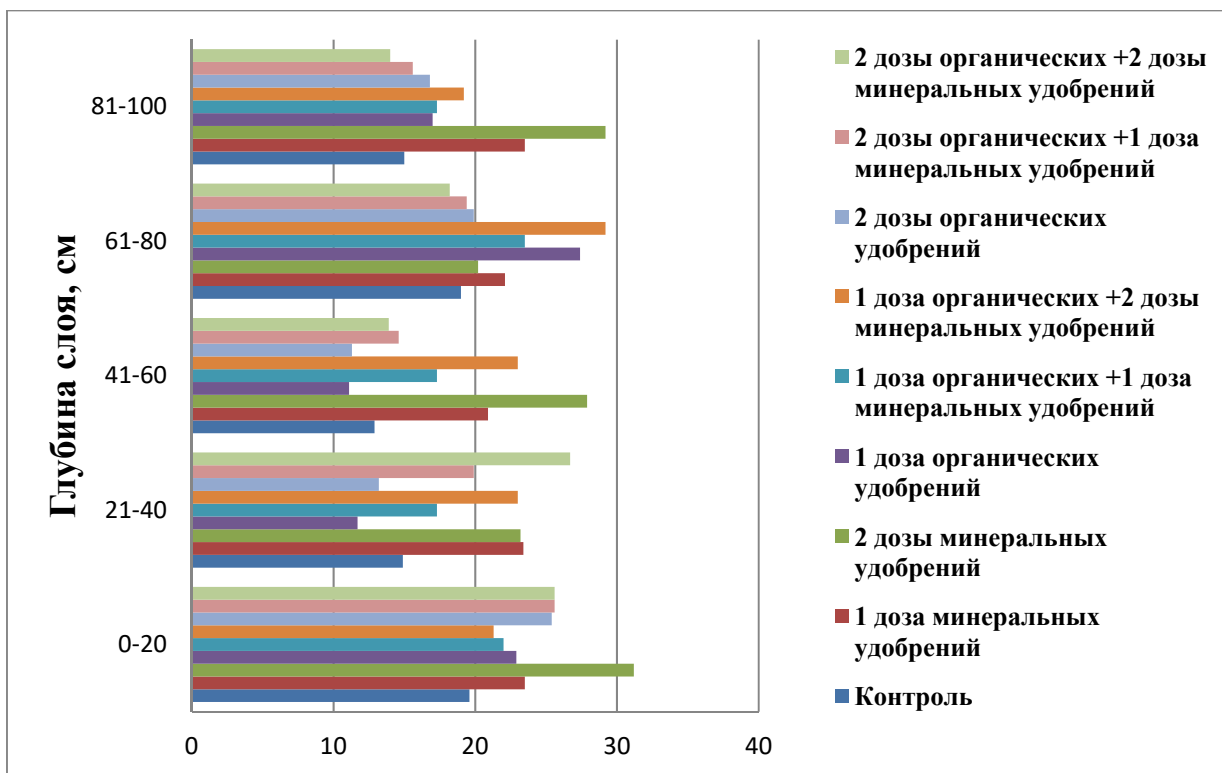


Рис 2 - Влияние удобрений на содержание нитратного азота в почве перед уборкой озимой пшеницы, мг/кг

На абсолютном контроле содержание минерального азота в слое почвы 0–20 см в период вегетации составляло – 7,2 мг/кг, перед уборкой – 19,6 мг/кг. С глубиной его количество повышалось.

Применение одинарной дозы минеральных удобрений значительно увеличивало содержание минерального азота в слое 0-20см в 1,7 раза в период вегетации и в 1,2 раза перед уборкой. Повышение дозы минеральных удобрений повысило содержание минерального азота в фазу кущения, доведя этот показатель до 17,1 мг/кг, а в фазу полной спелости в почве данного варианта содержание минерального азота было максимальным, и составило 31,2 мг/кг.

При внесении органических удобрений (навоза) в дозе 40 и 80 т/га, содержание минерального азота повысилось в слое почвы 0-20см на 4,0 мг/кг или в 1,6 раза и 8,5 мг/кг или в 2,2 раза, соответственно, по сравнению с контрольным вариантом.

Внесение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₆₀ на фоне последействия 80т/га навоза заметно повысило содержание минерального азота в почве корнеобитаемого слоя доведя величину до 19,1 мг/кг в фазу кущения. Увеличение дозы минеральных удобрений на фоне последействия двойной дозы навоза привело к снижению содержания азота и составило 12,4 мг/кг. В фазу полной спелости различий по содержанию минерального азота в почве данных вариантов не выявлено.

Анализ перераспределения минерального азота по слоям почвы свидетельствует о его локализации в слоях почвы 61–80 и 81–100 см в фазу кущения и в слоях 0-20см, 61-80см – в фазу полной спелости.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что минеральная и органо-минеральная система удобрений приводит к наиболее существенному увеличению содержания минерального азота в почве.

Для оценки зависимости урожайности озимой пшеницы и качества её продукции от содержания минерального азота нами были рассчитаны коэффициенты корреляции. Количественная зависимость выражена уравнениями регрессии. В фазу кущения (апрель) для слоя

почвы 0–40 см: $Y=6,76x+16,13$, при коэффициенте корреляции (r) 0,4; для слоя почвы 0-60см: $Y=10,21x+22,01$, $r=0,44$; для слоя почвы 0-100см: $Y=6,76x+115,15$, $r=0,17$.

В фазу полной спелости для слоя почвы 0–40 см: $Y=20,18x-13,06$, при коэффициенте корреляции (r) 0,92; для слоя почвы 0-60см: $Y=28,56x-21,23$, $r=0,82$; для слоя почвы 0-100см: $Y=31,35x+45,68$, $r=0,66$.

Рассчитанные коэффициенты корреляции подчёркивают сильную связь урожая зерна озимой пшеницы с содержанием минерального азота в слоях почвы 0-40см и 0-60см летом. При известных запасах минерального азота в почве можно спрогнозировать содержание белка в зерне. Установлена сильная корреляционная зависимость между запасами минерального азота и содержанием белка в зерне.

В фазу кущения (апрель) для слоя почвы 0–40 см: $Y=2,85x-11,93$, при коэффициенте корреляции (r) 0,75; для слоя почвы 0-60см: $Y=6,43x-45,62$, $r=0,98$; для слоя почвы 0-100см: $Y=12,8x-88,24$, $r=0,98$.

В фазу полной спелости для слоя почвы 0–40 см: $Y=2,14x+6,17$, при коэффициенте корреляции (r) 0,91; для слоя почвы 0-60см: $Y=29,28x-311,6$, $r=0,99$; для слоя почвы 0-100см: $Y=45x-501,8$, $r=0,98$.

Таким образом установлено положительное влияние минеральных удобрений на фоне последствий навоза на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Библиография

1. Акинчин А.В. Влияние азотных подкормок на урожай и качество озимой пшеницы / А.В. Акинчин, С.А. Линков, А.Ф. Самойлова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – №4. – С.186-191.
2. Акинчин А.В. Влияние длительного применения удобрений на варьирование содержания калия в черноземе / А.В. Акинчин, А.Г. Ступаков, С.А. Линков, В.В. Горбунов // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сборник докладов международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2017. – С. 8–12.
3. Морозова Т.С. Агрохимические и экологические аспекты возделывания озимой пшеницы в условиях юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона: Монография / Т.С. Морозова, С.Д. Лицуков. – Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я Горина, 2021. – 136 с.
4. Соловichenко В.Д. Влияние агротехнических приёмов на агрохимические свойства чернозёма типичного / В.Д. Соловichenко, Е.В. Навольнева, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова // Эволюция и деградация почвенного покрова. Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции. 2015. – Издательство «АГРУС» (Ставрополь). – 2015. – С.325-326.
5. Stupakov A.G. Ecological and agrochemical bases of the nitrogen regime of typical chernozem depending on agrotechnical methods / A.G. Stupakov, A.A. Orekhovskaya, M.A. Kulikova, L.A. Manokhina, S.I. Panin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 52027

References

1. Akinchin A.V. Influence of nitrogen fertilizing on the yield and quality of winter wheat / A.V. Akinchin, S.A. Linkov, A.F. Samoiloa // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. - 2019. - No. 4. - S.186-191.
2. Akinchin A.V. Influence of long-term use of fertilizers on the variation of potassium content in chernozem / A.V. Akinchin, A.G. Stupakov, S.A. Linkov, V.V. Gorbunov // Agroecological problems of soil science and agriculture. Collection of reports of the international scientific-practical conference of the Kursk branch of the MOO "Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev ". - Kursk: FGBNU VNIIZiZPE, 2017. -- S. 8-12.
3. Morozova T.S. Agrochemical and ecological aspects of winter wheat cultivation in the southwestern part of the Central Black Earth region: Monograph / T.S. Morozov, S.D. Litsukov. - Belgorod: Publishing house FGBOU VO Belgorod GAU im. V. Ya Gorina, 2021.- 136 p.
4. Solovichenko V.D. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov na agrokhimicheskie svoystva cher-nozema tipichnogo / V.D. Solovichenko, E.V. Navol'neva, A.G. Stupakov, M.A. Kulikova // Evolyutsiya i degradatsiya pochvennogo pokrova. Sbornik nauchnykh statey po materialam IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. 2015. Izdatel'stvo: Izdatel'stvo «AGRUS» (Stavropol'). – 2015. – P.325-326.
5. Stupakov A.G. Ecological and agrochemical bases of the nitrogen regime of typical chernozem depending on agrotechnical methods / A.G. Stupakov, A.A. Orekhovskaya, M.A. Kulikova, L.A. Manokhina, S.I. Panin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 52027

Сведения об авторах

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

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

Колесниченко Елена Юрьевна, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, кандидат биологических наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68.

Information about authors

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

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

Kolesnichenko Elena, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department of agriculture, agrochemistry, land management, ecology and landscape architecture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of Biology Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68.

УДК / UDC631.8:633.367:631.59 (470.325)

*В.Н. Наумкин, А.С. Блинник, А.Н. Крюков, Л.А. Наумкина, В.А. Стебаков,
О. Ю. Артемова*

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕМЯН ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА

Аннотация. Рассмотрено влияние минеральных удобрений на биологические особенности роста и развития растений и продуктивность люпина белого в Центрально-Черноземном регионе. Многолетние исследования проведены в Белгородском ГАУ. Объектом исследований служил сорт люпина белого Дега, предметом минеральные удобрения. Почвенный покров представлен черноземом типичным среднетяжелым, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. По агрохимическим показателям почва содержит: органических веществ (по Тюрину) 4,74 %; легкогидролизуемого азота 126,4 мг/кг; подвижного фосфора (по Чирикову) 127,5 мг/кг; подвижного калия (по Чирикову) 127,5 мг/кг; с низким содержанием подвижных форм микроэлементов цинка, марганца, кобальта, молибдена, меди, реакция почвенного раствора pH 5,4. Учетная площадь делянки 18 м² (9x2), в четырехкратной повторности размещенных систематически в четыре яруса. Погодные условия в годы проведенных исследований характеризовались как засушливые с повышенным температурным режимом по периодам наблюдений. Анализ экспериментальных данных по применению макро- и микроудобрений показал, что в условиях вегетации люпина белого лучшие показатели получены на вариантах с применением листовых подкормок растений в фазу бутонизации при сочетании микроудобрения Аквамикс-ТВ с разными формами макроудобрений - сернокислым калием или монофосфатом калия, а также в комплексе с обработкой семян микроудобрением Аквамикс-Т. Эти варианты обеспечивали максимальную урожайность люпина – 3,52 и 3,51 т/га, 3,64 и 3,62 т/га, что на 0,52 и 0,51 т/га, 0,64 и 0,62 т/га и превышала варианты с предпосевной обработкой семян и раздельным применением удобрений при листовой подкормке растений люпина. Изучаемые макро- и микроудобрения повышали содержание белка в семенах от 34,81 до 36,29%. Высокая урожайность и содержание белка в семенах люпина белого от применения макро- и микроудобрений согласуется с линейным ростом, сухим веществом, числом и массой активных клубеньков на растении, продуктивностью и эффективностью люпина белого.

Ключевые слова: люпин белый, микроудобрения Аквамикс-Т, Аквамикс-ТВ, макроудобрения, обработка семян, сернокислый калий, монофосфат калия, листовая подкормка растений, линейный рост, воздушно-сухое вещество, число и масса клубеньков, урожайность, качество семян.

FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF WHITE LUPINE SEEDS DEPENDING ON MINERAL MACRO AND MICRO FERTILIZERS, IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

Annotation. The influence of mineral fertilizers on the biological characteristics of plant growth and development and the productivity of white lupine in the Central Black Earth region is considered. Long-term studies were carried out at the Belgorod State Agrarian University. The object of research was the variety of white lupine Degas, the subject of mineral fertilizers. The soil cover is represented by typical medium-thick chernozem, heavy loamy-loamy granulometric composition. According to agrochemical indicators, the soil contains: organic matter (according to Tyurin) 4.74%; easily hydrolysable nitrogen 126.4 mg / kg; mobile phosphorus (according to Chirikov) 127.5 mg / kg; mobile potassium (according to Chirikov) 127.5 mg / kg; with a low content of mobile forms of trace elements zinc, manganese, cobalt, molybdenum, copper, the reaction of the soil solution pH 5.4. The accounting area of the plot is 18 m² (9X2), in four replicates placed systematically in four tiers. The weather conditions in the years of the conducted research were characterized as arid with an increased temperature regime according to the observation periods. Analysis of experimental data on the use of macro- and micronutrient fertilizers showed that in the growing season of white lupine, the best indicators were obtained on options with the use of foliar fertilization of plants in the budding phase with a combination of Aquamix-TV micronutrient fertilizer with different forms of macrofertilizers - potassium sulfate or potassium monophosphate, and also in combination with seed treatment with micronutrient fertilizer Aquamix-T. These options provided the maximum yield of lupine - 3.52 and 3.51 t / ha, 3.64 and 3.62 t / ha, which is 0.52 and 0.51 t / ha, 0.64 and 0.62 t / ha and exceeded the options with pre-sowing seed treatment and separate application of fertilizers for foliar feeding of lupine plants. The studied macro- and micronutrient fertilizers increased the protein content in seeds from 34.81 to 36.29%. The high yield and protein content in the seeds of white lupine from the use of macro- and micronutrients is consistent with linear growth, dry matter, the number and weight of active nodules on the plant, productivity and efficiency of white lupine.

Keywords: white lupine, micronutrient fertilizers Aquamix-T, Aquamix-TV, macrofertilizers, seed treatment, potassium sulfate, potassium monophosphate, foliar feeding of plants, linear growth, air-dry matter, number and weight of nodules, yield, seed quality.

Введение. Для того чтобы продукты питания животного происхождения были более конкурентоспособными, важно самостоятельно производить достаточное количество растительного белка. Это возможно достичь, возделыванием высокобелковых бобовых культур, одной из которых по праву считается люпин белый *Lupinus albus* L. Этот вид более приспособлен к биоклиматическим условиям России, включая и Центрально-Черноземный регион, и может успешно конкурировать с горохом и соей. Люпин белый содержит в семенах 40-45% растительного белка [1,2].

Хорошим примером интенсивного внедрения в сельское хозяйство, является Австралия. Это первая страна в мире потребность, которой содержание растительного белка в рационах основывается на люпине, а не на сое. В то же время обеспечивается высокая, семенная продуктивность и эффективность в отраслях растениеводства и животноводства. Корма при эффективно разработанной технологии получают с низкой себестоимостью и, следовательно, недорогие, тем самым снижают стоимость продуктов животноводства, которые в свою очередь становятся, более конкурентоспособными на мировом рынке [3].

Значительная роль в сокращении существующего дефицита растительного белка в Беларуси также принадлежит возделываемым видам люпина, среди которых белый люпин имеет определенные преимущества, так как он обеспечивает наибольшие сборы семян и зеленой массы с единицы площади. Для условий республики необходимы скороспелые высокоурожайные сорта белого люпина, выносливых к абиотическим стрессовым факторам, толерантные к наиболее вредоносным болезням [4].

В условиях Центрально-Черноземного региона России белый люпин отличается высоким потенциалом урожайности семян до 4,5 т/га, а по качеству семян близок к сое, так как содержит 38–42% белка, 10–12% жира. Следует также отметить, что он менее требователен к почвенным условиям и температурному режиму, чем соя [5,6].

Люпин белый является ценным предшественником в кормовых и полевых севооборотах, поскольку способен фиксировать азот, через симбиотическую связь с клубеньковыми бактериями и способствует дальнейшему обогащению почвы азотом. Люпин обладает высокой способностью поглощать фосфор из труднодоступных соединений и накапливать его в почве более доступной форме. Это культура обладает экологически стабилизирующим потенциалом для окружающей среды в адаптивном сельском хозяйстве [7,8,9].

Для повышения биологической азотфиксации, продуктивности бобовых культур очень важно обеспечение растения макроэлементами и микроэлементами на протяжении всей вегетации растений [10,11].

Люпин – растение предъявляющие невысокие требования к плодородию почвы, что позволяет его возделывать на более легких и тяжелых почвах. Однако для высокой продуктивности растений необходимо применение минеральных туков. Неполноценное поступление микроэлементов из почвы растениями полевых культур, может быть, пополнено микроудобрениями [12].

Растения люпина белого могут хорошо усваивать питательные вещества не только через корневую систему, но и листья. Питательные вещества, поступающие в виде листовых подкормок по зеленому листу, намного быстрее всасываются в надземные части растений и быстро включаются в синтез органического вещества, что активизирует обменные процессы внутри растения. Исследования показали, что эффективность применения листовых подкормок по зеленому листу достигает 80-90% в усвояемости питательных веществ, тогда как при традиционном внесении под растение этот показатель имеет лишь 20-30% [10].

Поэтому учитывая отзывчивость люпина белого, на минеральные удобрения послужило основой для исследований по влиянию минеральных макро- и микроудобрений на урожайность и качество семян в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона Российской Федерации.

Материалы и методы исследований. Исследования по влиянию минеральных удобрений на урожайность и качество семян люпина белого сорта Дега проводили в 2018-2020 гг. Опыты закладывали в Белгородском ГАУ им. В. Я. Горина. Объектом исследований был

сорт люпина белого Дега, предметом исследований – минеральные макро- и микроудобрения.

Тип почвы чернозем типичный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. По агрохимическим показателям почва содержит: органических веществ (по Тюрину) 4,74 %; рН солевой вытяжки – 5,4; легкогидролизуемого азота 126,4 мг/кг; подвижного фосфора (по Чирикову) 127,5 мг/кг; подвижного калия (по Чирикову) 127,5 мг/кг; железа 20,3 мг/кг; цинка 0,44 мг/кг; марганца 10,1 мг/кг; кобальта 0,39 мг/кг, молибдена 0,12 мг/кг; меди 0,42 мг/кг.

Метеорологические условия вегетационных периодов люпина белого 2018,2019 и 2020 гг. отличались повышенным температурным режимом и недостаточным увлажнением по сравнению со среднемноголетними показателями, что дало возможность достоверно оперировать фактически полученным материалом.

Полевой опыт проводили по следующей схеме применения минеральных удобрений на люпине белом (табл. 1).

Таблица 1 – Схема полевого опыта по возделыванию люпина белого

№ п/п	Вариант опыта	Микро фазы внесения, ВВСН	Доза внесения
1	Контроль – без удобрений	-	-
2	ОС Аквамикс-Т – фон	00	300 г/т
3	ЛП Аквамикс-ТВ	51	150 г/га
4	ЛП K ₂ SO ₄	51	3 кг/га
5	ЛП KН ₂ PO ₄	51	3 кг/га
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	00+51	300 г/т +150 г/га
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	00+51	300 г/т +3 кг/га
8	Фон + ЛП KН ₂ PO ₄	00+51	300 г/т +3 кг/га
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	51	150 г/га + 3 кг/га
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	51	150 г/га+3 кг/га
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	00+51	300 г/т +150 г/га +3 кг/га
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	00+51	300 г/т +150 г/га +3 кг/га

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

Опыты закладывали по существующим методикам, общая площадь делянки – 11,0 м · 2,0 м = 22 м², учетной 9,0 м · 2,0 м = 18 м², размещение делянок систематическое в четыре яруса. Посев проводили селекционной сеялкой СС-11 в оптимальные сроки (прогревание посевного слоя почвы до 6-7°С с нормой высева 1,3 млн. шт. всхожих семян на га. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Агротехника – принятая для возделывания ранних зерновых бобовых культур в Белгородской области. Предшественником в опыте была яровая пшеница. Уборку проводили в фазе полной спелости семян поделяночно однофазным способом малогабаритным комбайном Сампо – 1250.

Макро- и микроудобрения применяли в фазу бутонизации растений в следующем виде: макроудобрения - фосфорно-калийные – монокалий фосфат (Р - 22,7%, К - 28,2%), калийные – сульфат калия (К - 50%), микроудобрения в виде высококонцентрированных водорастворимых комплексов микроэлементов в хелатной форме Аквамикс - ТВ (Zn – 2,25 %, Cu – 2,25 %, В – 7,65 %, Мо – 7,8 %, Со – 2,1%). Обработку семян проводили микроэлементом Аквамикс - Т (Zn - 2,8 %, Cu – 2,8 %, В – 3,4%, Мо –16,9 %, Со –2,1 %). На всех вариантах полевого опыта обработку семян проводили протравителем Терамом ВСК - 6 л/т расход раствора 10 л/т. В борьбе с антракнозом в фазу бутонизации растений применяли фунгицид Амистар Экстра 0,5 л/га с расходом 250 л/га.

Фенологические наблюдения проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985) [13].

Высоту растений и массу воздушно-сухого вещества определяли на 25 растениях по фазам развития, в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов (1997) [14].

Число и массу клубеньков определяли на 5 растениях – через 30 суток после всходов, в фазы нарастания листьев, цветения и образования бобов по методике Г.С. Посыпанова (1991) [15]. Структуру урожая определяли перед уборкой методом разбора снопового материала по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985) [13]. Содержание в семенах белка, жира, алкалоидов проводили в лаборатории ВНИИ люпина филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» по общепринятым методикам и ГОСТам. Статистическую обработку данных исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) [16].

Результаты и обсуждение. Взятые на изучение макро- и микроудобрения при разных сроках и способах их применения, как отдельно, так и в сочетании, оказывали положительное влияние на физиологические и симбиотические показатели растений, урожайность и качество семян люпина белого. Различия в линейном росте и массе сухого вещества растений прослеживаются в фазы цветения и образования бобов (табл. 2).

Таблица 2 – Высота и масса воздушно-сухого вещества растений люпина белого по фазам вегетации, 2018 - 2020 гг.

№ п/п	Вариант опыта	Высота растений, см		Средняя масса на 1 растение, г	
		цветение	образование бобов	цветение	образование бобов
1	Контроль – без удобрений	43,4	48,3	12,0	23,3
2	ОС Аквамикс-Т – фон	47,3	51,5	13,0	24,0
3	ЛП Аквамикс-ТВ	46,2	51,3	13,1	24,4
4	ЛП K ₂ SO ₄	46,2	52,3	12,8	24,5
5	ЛП KН ₂ PO ₄	45,6	52,4	12,9	25,0
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	47,0	53,1	13,2	25,4
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	48,0	53,1	13,3	25,9
8	Фон + ЛП KН ₂ PO ₄	47,0	52,8	13,4	25,7
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	46,5	53,1	14,0	26,6
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	46,0	53,4	14,3	26,4
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	47,6	54,0	14,8	28,0
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	48,0	54,7	14,5	27,8

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

В среднем за 3 года на вариантах с обработкой семян перед посевом микроудобрением Аквамикс-Т совместно с листовой подкормкой растений в фазу бутонизации и микроудобрением Аквамикс-ТВ и макроудобрениями сернокислым калием и монофосфатом калия линейный рост составил 54,0 и 54,7 см, масса сухого вещества 28,0 и 27,8 г соответственно, что на 5,7 и 6,4 см, 4,5 и 4,7 г превышали контроль. Варианты опыта с листовой подкормкой растений смесью Аквамикс-ТВ и сернокислым калием или монофосфатом калия также оказали положительное влияние на высоту и воздушно-сухое вещество растений, которые составили 53,1 и 53,4 см, 26,6 и 26,4 г, соответственно, что на 4,8 и 5,1 см, 3,3 и 3,1 г выше контроля (табл. 2).

В те же фазы развития растений люпина белого определялась и масса воздушно-сухого вещества в зависимости от взятых на изучение минеральных удобрений. При этом установлено, что наибольшие показатели массы воздушно-сухого вещества растений получены на вариантах с обработкой семян Аквамикс-Тс последующей листовой подкормкой растений смесью Аквамикс-ТВ и сернокислого калия, Аквамикс-ТВ и монофосфата калия. Так, в фазы цветения и образования бобов у растений масса сухого вещества по этим вариантам составила 14,8 и 14,5 г; 28,0 и 27,8 г, что на 2,8 и 2,5 г; 4,7 и 4,5 г больше, чем на контрольном варианте. В эти же фазы у растений высокими показателями накопления воздушно-сухого вещества отличались и варианты при листовой подкормке с совместным применением Аквамикс-ТВ и сернокислого калия, Аквамикс-ТВ и монофосфата калия у которых воздушно-сухая

масса составила 26,6 и 26,4 г, что на 3,3 и 3,1 г больше, чем на контроле. Следует отметить, что листовые подкормки с отдельным применением, как макро-, так и микроудобрений оказались менее продуктивными по накоплению воздушно-сухого вещества, хотя и обеспечили прибавку по сравнению с контролем.

Люпин, как и другие зернобобовые культуры, обладает уникальной биологической способностью фиксировать атмосферный азот из воздуха, за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями рода *Risobium*. Благодаря им растения накапливают в почве значительное количество биологического азота, обеспечивая себя и последующие культуры в севообороте. Клубеньки люпина и других зернобобовых культур – сложная азотофиксирующая система, включающая гипертрофированные бактериальные ткани корня, содержащая леггемоглобин. Фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями начинается с фазы ветвления и продолжается до старения растений с максимальной активностью в межфазный период цветения – бобообразования [17].

При изучении макро- и микроудобрений на люпине белом определяли число и массу клубеньков на корнях вегетирующих растений, что позволило установить симбиотическую активность растений в зависимости от фазы вегетации и эффективности всего симбиотического аппарата, о чём наглядно свидетельствуют данные таблицы 3.

Исследования в засушливых условиях вегетационных периодов 2018, 2019 и 2020 гг. показали, что применение макро- и микроудобрений, и их сочетаний, по-разному влияло на образование активных клубеньков и нарастание их массы. Установлено, что с фазы ветвления до образования бобов на растении число и масса активных клубеньков увеличивались. Наиболее активное формирование симбиотического аппарата на корнях растений происходило до фазы цветения, затем темпы их роста уменьшились.

Наибольшее число и масса активных клубеньков по всем изучаемым вариантам применения удобрений наблюдалось в фазе образования бобов, при этом число их варьировало от 23,9 до 26,2 шт. на одно растение, а масса от 119,7 до 123,4 мг, что на 1,9-4,3 шт. и 7,4-11,1 мг превышало контроль. Их число и масса, активных клубеньков на растении были наибольшими при комплексном применении макро- и микроудобрений во все сроки определения, при двойном и тройном их сочетании. Так как проявлялось совместное положительное влияние на образование и функционирование ризобиального комплекса микроэлементов, так и питательных веществ макроудобрений сернокислого калия и монофосфата калия, активизирующих симбиотическую деятельность корневой системы и фотосинтетическую растений.

Таблица 3 – Число и масса активных клубеньков на корнях растений люпина белого, 2018-2020 гг.

№ п/п	Вариант опыта	В среднем на одно растение в фазы					
		ветвление		цветение		образование бобов	
		число, шт.	масса, мг	число, шт.	масса, мг	число, шт.	масса, мг
1	Контроль – без удобрений	4,8	28,4	16,8	70,5	22,0	112,3
2	ОС Аквамикс-Т – фон	8,0	30,2	19,0	77,7	23,9	119,7
3	ЛП Аквамикс-ТВ	5,2	28,4	16,7	71,8	24,0	121,0
4	ЛП K ₂ SO ₄	4,8	28,9	16,8	71,5	24,1	119,9
5	ЛП KН ₂ PO ₄	4,9	28,3	16,6	71,4	24,5	119,9
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	8,3	32,7	20,7	78,7	24,9	120,6
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	8,5	33,3	20,9	78,3	24,7	120,8
8	Фон + ЛП KН ₂ PO ₄	8,4	32,9	20,7	78,6	24,7	120,6
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	5,1	28,1	17,4	72,2	25,4	122,0
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	4,7	27,3	16,5	72,1	25,3	121,1
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	8,4	33,2	22,3	79,5	26,2	123,4
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	8,1	33,3	22,5	77,9	25,8	122,4

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

Интегральным показателем, определяющим эффективность агротехнических приёмов возделываемых полевых культур, является их урожайность. Она формируется на основе метаболических взаимосвязей между живыми организмами и окружающей средой. В наших полевых опытах урожайность семян люпина белого на вариантах опыта варьировала, как по годам исследований в связи со складывающимися погодными условиями, так и в зависимости от изучаемых вариантов опыта.

Засушливые условия и повышенный температурный режим вегетационных периодов 2018, 2019 и 2020 гг. неблагоприятно повлияли на формирование продуктивности люпина белого. При этом вариант с обработкой семян Аквамикс-Т не обеспечил достоверной прибавки урожайности семян люпина белого по сравнению с контролем. Следует отметить, что и в 2020 г. применения листовой подкормки в фазу бутонизации растений микроудобрением Аквамикс-ТВ также не способствовало существенному росту урожайности семян. Остальные варианты применения минеральных удобрений приводили к значительному повышению урожайности семян (табл. 4).

Лучшими по урожайности семян оказались варианты с комплексным применением удобрений при двойном и тройном их сочетании. Высокую урожайность в опыте обеспечили варианты, сочетающие обработку семян Аквамикс-Т с внекорневой подкормкой растений смесью удобрений Аквамикс-ТВ и сернокислого калия, а также Аквамикс-ТВ и монофосфата калия. По данным 2018 г. урожайность семян на этих вариантах составила 3,78 и 3,80 т/га, 2019 гг. - 3,66 и 3,64 т/га, 2020 гг. - 3,48 и 3,41 т/га, что достоверно превышает контроль и вариант с отдельным применением удобрений.

Высокую урожайность в опыте также обеспечили варианты с совместным применением макро- и микроудобрений по зелёному листу, у которых прибавка урожайности по сравнению с контролем составила в 2018 г. - 0,62 и 0,57 т/га, 2019 г. - 0,54 и 0,52 т/га, 2020 г. - 0,45 и 0,40 т/га соответственно, и практически не уступали комплексному применению удобрений при обработке семян Аквамикс-Т с листовой подкормкой растений Аквамикс-ТВ и макроудобрениями сернокислый калий и монофосфат калия. Достоверную прибавку урожайности семян обеспечили все варианты с двойным и тройным их сочетанием по сравнению с отдельным внесением удобрений.

Таблица 4 – Урожайность семян люпина белого в зависимости от макро- и микроудобрений, 2018-2020 гг.

№ п/п	Вариант опыта	Урожайность, т/га				± к контролю	
		2018	2019	2020	среднее	т/га	%
						среднее	
1	Контроль – без удобрений	3,06	3,02	2,93	3,00	-	-
2	ОС Аквамикс-Т – фон	3,13	3,10	3,01	3,08	0,08	2,6
3	ЛП Аквамикс-ТВ	3,15	3,23	3,08	3,15	0,15	5,0
4	ЛП K ₂ SO ₄	3,31	3,24	3,20	3,25	0,25	8,2
5	ЛП KН ₂ PO ₄	3,42	3,35	3,18	3,32	0,31	10,4
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	3,54	3,43	3,24	3,40	0,40	13,3
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	3,57	3,47	3,28	3,44	0,44	14,5
8	Фон + ЛП KН ₂ PO ₄	3,57	3,44	3,25	3,42	0,42	13,8
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	3,63	3,56	3,38	3,52	0,52	17,3
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	3,68	3,54	3,33	3,51	0,51	17,1
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	3,78	3,66	3,48	3,64	0,64	21,3
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	3,80	3,64	3,41	3,62	0,62	20,5
НСР ₀₅		0,13	0,15	0,23	-	-	-

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

В среднем за 3 года наибольшая урожайность семян люпина белого 3,62 и 3,64 т/га получена с тройным сочетанием, с обработкой семян микроудобрением Аквамикс-Т и листовой подкормкой растений микроудобрением Аквамикс-ТВ и макроудобрениями сернокислым

калием и монофосфатом калия, что на 0,64 и 0,62 т/га или 21,3 и 20,5% выше контроля. Не уступали им по продуктивности семян и варианты с листовыми подкормками растений смесями микроэлемента Авамикс-ТВ с макроудобрениями сернокислым калием и монофосфатом калия, обеспечивающие получение урожая семян 3,51 и 3,52 т/га, что на 0,51 и 0,52 т/га или 17,1 и 17,3% выше контроля.

Проведённые исследования также показали, что изучаемые минеральные удобрения приводили к увеличению содержания белка в семенах люпина белого. Его содержание варьировало в пределах от 34,18 до 36,29%, что на 1,55-3,67% выше контроля. Наибольшую прибавку белка 3,67 и 3,40 % по сравнению с контролем получены на вариантах с листовой подкормкой растений монофосфатом калия и при обработке семян Аквамикс-Т и листовой подкормке сернокислым калием (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание белка в семенах люпина белого в зависимости от вариантов опыта, 2018-2019 гг.

№ п/п	Вариант опыта	Содержание протеина, %			±к контролю
		2018 г.	2019 г.	среднее	
1	Контроль – без удобрений	33,72	31,53	32,63	-
2	ОС Аквамикс-Т – фон	37,61	32,41	35,01	2,39
3	ЛП Аквамикс-ТВ	37,64	32,54	35,09	2,47
4	ЛП K ₂ SO ₄	38,16	33,25	35,71	3,08
5	ЛП KН ₂ PO ₄	38,98	33,60	36,29	3,67
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	37,87	31,74	34,81	2,18
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	39,6	32,45	36,03	3,40
8	Фон + ЛП KН ₂ PO ₄	37,14	32,11	34,63	2,00
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	38,77	32,08	35,43	2,80
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	37,75	32,87	35,31	2,69
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	38,07	32,28	35,18	2,55
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	37,61	33,54	35,58	2,95

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

Содержание жира в семенах люпина белого, в засушливых погодных условиях вегетации, по вариантам опыта находилось в пределах от 9,92 до 10,93% и какой-либо закономерности в связи с применением удобрений не выявлено, отмечено лишь некоторое его увеличение на контрольном варианте без применения минеральных удобрений.

Содержание алкалоидов в семенах кормового люпина было не высоким 0,075 - 0,146 %, что ниже допустимой нормы для кормовых видов люпина, семена при этом пригодны для скармливания всех видов животных. Содержание и качественный состав семян в большей мере определялся генотипом и в меньшей от метеорологических факторов и условий возделывания.

Одним из важных показателей продуктивности люпина белого является выход кормовых единиц, сырого белка и обменной энергии характеризующие энергетическую ценность полученного урожая с единицы площади.

Исходя из полученных урожаев наилучшие результаты по продуктивности люпина белого были получены на вариантах с применением предпосевной обработки семян люпина микроудобрением Аквамикс-Т в сочетании с листовой подкормкой Аквамикс-ТВ и сернокислым калием или монофосфатом калия. Выход кормовых единиц при этом составил 4,01 и 3,98 т/га, что на 0,70 и 0,68 т/га больше, чем на контрольном варианте. Применение листовых подкормок Аквамикс-ТВ в сочетании с сернокислым калием или монофосфатом калия, не значительно уступали вариантам с предпосевной обработкой семян Авамикс-Т и листовой подкормкой Аквамикс-ТВ в сочетании с сернокислым калием или монофосфатом калия (табл. 6).

Исходя из средних значений многолетних урожаев наибольший выход с урожаем белка получен на вариантах с двойным и тройным применением минеральных удобрений, обра-

боткой семян Аквамикс-Т с листовой подкормкой Аквамикс-ТВ в сочетании с сернокислым калием или монофосфатом калия, а также на вариантах с применением листовых подкормок Аквамикс-ТВ в сочетании с сернокислым калием или монофосфатом калия. Выход белка на этих вариантах варьировал в пределах от 1,24 до 1,29 т/га. Эти же варианты обеспечивали и высокий выход обменной энергии 51,06-52,79 ГДж/га. Так же следует отметить, что варианты с применением предпосевной обработки семян Аквамикс-Т с листовой подкормкой сернокислым калием и вариант с листовой подкормкой монофосфатом калия, также содержали высокий на которых выход протеина, который составил 1,24 и 1,20 т/га.

Таблица 6 - Продуктивность люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, 2018 - 2020 гг.

№ п/п	Вариант опыта	Урожайность, т/га	Выход с урожаем		
			кормовых единиц, т/га	белка, т/га	обменной энергии, ГДж/га
1	Контроль – без удобрений	3,00	3,30	0,98	43,52
2	ОС Аквамикс-Т – фон	3,08	3,39	1,08	44,65
3	ЛП Аквамикс-ТВ	3,15	3,48	1,11	45,70
4	ЛП K ₂ SO ₄	3,25	3,57	1,16	47,11
5	ЛП KН ₂ PO ₄	3,32	3,65	1,20	48,07
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	3,40	3,74	1,18	49,32
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	3,44	3,78	1,24	49,83
8	Фон + ЛП KН ₂ PO ₄	3,42	3,76	1,18	49,54
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	3,52	3,87	1,25	51,06
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	3,52	3,87	1,24	50,97
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	3,64	4,01	1,28	52,79
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KН ₂ PO ₄	3,62	3,98	1,29	52,44

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

В современной земледелии и растениеводстве эффективность возделывания полевой культуры оценивается не только выходом валовой продукции с одного гектара, но и экономической эффективностью применяемых агроприемов.

Наилучшие экономические показатели получены на вариантах с применением обработки семян Аквамикс-ТВ с листовыми подкормками Аквамикс-ТВ сернокислым калием или монофосфатом калия, условно чистый доход составил 46408,6 и 45828,1 руб./га, при уровне рентабельности 137,8 и 135,8 % (табл. 7).

Высокие экономические показатели получены и на вариантах с применением листовых подкормок Аквамикс-ТВ с сернокислым калием или монофосфатом калия, у которых выход условно чистого дохода составил 44192,9 и 44031,4 руб./га, с уровнем рентабельностью 132,8 и 132,2 %.

Выход условно чистого дохода, на остальных вариантах опыта применения минеральных удобрений был ниже в сравнении с выше отмеченными вариантами, так как обеспечивали более низкую экономическую эффективность при возделывании люпина белого.

Стоит отметить, что применение минеральных макро- и микроудобрений в сравнении с контролем значительно увеличивали производственные затраты. Так варианты с тройным применением имели более высокие производственные затраты на 1880 и 1929 руб./ га но, при этом обеспечивали более высокие экономические показатели.

Эти же варианты полевого опыта с применением предпосевной обработки семян минеральным комплексом Аквамикс-Т с листовой подкормкой растений Аквамикс-ТВ в сочетании сернокислым калием или монофосфатом калия, а также листовая подкормка растений Аквамикс-ТВ в сочетании с сернокислым калием или монофосфатом калия обеспечивали

Таблица 7 - Экономическая эффективность возделывания люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, 2018 - 2020 гг.

№ п/п	Вариант опыта	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно чистый доход руб./га	Себестоимость, руб./т	Уровень рентабельности, %
1	Контроль – без удобрений	66037	31810	34226,7	10597,4	107,6
2	ОС Аквамикс-Т – фон	67742	32220	35521,7	10463,9	110,2
3	ЛП Аквамикс-ТВ	69337	32550	36786,7	10327,9	113,0
4	ЛП K ₂ SO ₄	71482	32880	38601,7	10119,5	117,4
5	ЛП KN ₂ PO ₄	72930	32895	40035,0	9923,1	121,7
6	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ	74837	32960	41876,7	9689,4	127,1
7	Фон + ЛП K ₂ SO ₄	75607	33290	42316,7	9686,7	127,1
8	Фон + ЛП KN ₂ PO ₄	75167	33305	41861,7	9747,8	125,7
9	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	77477	33284	44192,9	9451,2	132,8
10	ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KN ₂ PO ₄	77330	33299	44031,4	9473,3	132,2
11	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП K ₂ SO ₄	80098	33690	46408,6	9253,3	137,8
12	Фон + ЛП Аквамикс-ТВ + ЛП KN ₂ PO ₄	79567	33739	45828,1	9328,6	135,8

Примечание: ОС – обработка семян; ЛП – листовая подкормка растений.

более низкую себестоимость продукции люпина белого, которая составила 9253,3 и 9328,6 руб./т; 9451,2 и 9473,3 руб./т соответственно.

Заключение. Результаты проведенных исследований по оптимизации минерального питания растений показали, что применение минеральных макро- и микроудобрений на типичном черноземе в засушливых условиях Центрально-Черноземного региона, положительно влияли на физиологические и симбиотические показатели растений: линейный рост, массу сухого вещества, число и массу активных клубеньков на растении, продуктивность люпина белого. Действие их возрастало по мере нарастания комплекса применяемых макро- и микроудобрений. Более продуктивными оказались варианты с двойным сочетанием, листовой подкормкой в фазу бутонизации растений, микроудобрение Аквамикс-ТВ в смеси с сульфатом калия или монофосфатом калия. Эти сочетания минеральных удобрений обеспечивали урожайность семян люпина белого на уровне 3,52 и 3,51 т/га, что на 0,52 и 0,51 т/га выше контроля. Высокопродуктивными также оказались варианты с тройным сочетание микроэлементов Аквамикс-Т при обработке семян и Аквамикс-ТВ при листовой подкормке, в комплексе с макроудобрениями сернокислым калием или монофосфатом калия в фазу бутонизации растений, которые формировали высокую урожайность семян люпина белого 3,64 и 3,62 т/га или 0,62 и 0,64 т/га. Эти варианты отличались и максимальным показателем качества семян, продуктивностью и эффективностью возделывания люпина белого.

Библиография

1. Артюхов А.И., Мельников В.И., Наумкин В.Н. Перспективы возделывания люпина в Белгородской области // Белгородский агромир: журнал об эффективном сельском хозяйстве. – 2015. - №7. – С. 16-22.
2. Наумкин В.Н., Ступин А.С. Технология растениеводства: учебное пособие для вузов – 3 е изд., стер. – Санкт – Петербург: Лань, 2021. – 592 с.
3. Кононов А.С. Люпин. Технология возделывания в России. – Брянск 2003. - 212 с.
4. Равков, Е.В., Малышкина Ю.С. Адаптивный потенциал белого люпина в условиях республики Беларусь // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 2. - С. 97-100.
5. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.
6. Мельников В. И., Артюхов А.И. Наумкин В.Н. Люпин – культура XXI века // Белгородский агромир: журнал об эффективном сельском хозяйстве. – 2014. - №4. – С. 34-36.

7. Резвякова С.В., Архангельская А.С. Защита люпина белого от антракноза // Вестник аграрной науки. — 2018. — № 3. — С. 83-86.
8. Oldroyd G.E. Speak, friend, and enter: signalling system that promote beneficial symbiotic associations in plants. *Nature Rev. Microbiol.*, 2013, 11: 252-263.
9. Identification of genes relevant to symbiosis and competitiveness in *Sinorhizobium meliloti* using sig mature-tagged mutants/ Pobigaylo N., Szymczak S., Nattkemper T. W., Becker A. // *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 2008, 21: 219-23.
10. Слесарева Т.Н., Трошина Л.В. Эффективность внекорневой подкормки белого люпина комплексными удобрениями марки акварин // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 2. — С. 48-52.
11. The effectiveness of foliar applications of synthesized zinc-amino acid chelates in comparison with zinc sulfate to increase yield and grain nu quality of wheat / S. Ghasemi, A.H. Khoshgoftarmanesh, M. Afyuni, etc. // *Eur. J. Agron.* 2013. Vol. 45. Pp. 68-74.
12. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex / S. Will, T. Eichert, V. Fernández, etc. // *Plant and Soil.* 2011. Vol. 344 (1-2). Pp. 283-293.
13. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. М.: Колос, 1985. — 285 с.
14. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новосёлов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов [и др.]. М.: РАСХН, 1997. — 155 с.
15. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. — 300 с.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов.-М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
17. Эффективность макро- и микроудобрений при возделывании люпина белого в юго-западной части Центрально-Черноземного региона/ Наумкин В.Н., Артюхов А.И., Куренская О.Ю., Стебаков В.А. // Вестник аграрной науки. — 2019. — № 5 (80). — С. 18-25.

References

1. Artyukhov A.I., Melnikov V.I., Naumkin V.N. Prospects for the cultivation of lupine in the Belgorod region // *Belgorod agromir: a journal on effective agriculture.* - 2015. - No. 7. - S. 16-22.
2. Naumkin V.N., Stupin A.S. Crop technology: textbook for universities - 3rd ed., Erased. - St. Petersburg: Lan, 2021. -- 592 p.
3. Kononov A.S. Lupine. Cultivation technology in Russia. - Bryansk 2003. -- 212 p.
4. Ravkov, E.V., Malysheva Yu.S. Adaptive potential of white lupine in the conditions of the Republic of Belarus // *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy.* - 2019. - No. 2. - P. 97-100.
5. Takunov I.P. Lupine in Russian agriculture. - Bryansk: Pridesenye, 1996. -- 372 p.
6. Melnikov V. I., Artyukhov A. I. Naumkin V.N. Lupine - the culture of the XXI century // *Belgorod agroworld: a magazine about effective agriculture.* - 2014. - No. 4. - S. 34-36.
7. Rezvyakova S.V., Arkhangelskaya A.S. Protection of white lupine from anthracnose // *Bulletin of Agrarian Science.* - 2018. - No. 3. - P. 83-86.
8. Oldroyd G.E. Speak, friend, and enter: signaling system that promote beneficial symbiotic associations in plants. *Nature Rev. Microbiol.*, 2013, 11: 252-263.
9. Pobigaylo N., Szymczak S., Nattkemper T. W., Becker A. Identification of genes relevant to symbiosis and competitiveness in *Sinorhizobium meliloti* using sig mature-tagged mutants. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 2008, 21: 219-23.
10. Slesareva T.H., Troshina L.V. Efficiency of foliar feeding of white lupine with complex fertilizers of the aquarin brand // *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy.* - 2016. - No. 2. - S. 48-52.
11. The effectiveness of foliar applications of synthesized zinc-amino acid chelates in comparison with zinc sulfate to increase yield and grain nu quality of wheat / S. Ghasemi, A.H. Khoshgoftarmanesh, M. Afyuni, etc. // *Eur. J. Agron.* 2013. Vol. 45. Pp. 68-74.
12. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex / S. Will, T. Eichert, V. Fernández, etc. // *Plant and Soil.* 2011. Vol. 344 (1-2). Pp. 283-293.
13. Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops / ed. M.A. Fedina. M.: Kolos, 1985. -- 285 p.
14. Guidelines for conducting field experiments with fodder crops / Yu.K. Novo-Selov, V.N. Kireev, G.P. Kutuzov [and others]. M.: RAAS, 1997. -- 155 p.
15. Posypanov GS Methods of studying the biological fixation of air nitrogen. M.: Agropromizdat, 1991. -- 300 p.
16. Dospekhov, BA Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) [Text] / BA Dospekhov.-M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
17. Naumkin V.N., Artyukhov A.I., Kurenskaya O.Yu., Stebakov V.A. The effectiveness of macro- and micro-fertilizers in the cultivation of white lupine in the South-West part of the Central Black Earth region // *Bulletin of Agrarian Science.* - 2019. - No. 5 (80). - S. 18-25.

Сведения об авторах

Наумкин Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Блинник Алексей Сергеевич, аспирант первого года обучения кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Крюков Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. заведующий кафедрой растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Наумкина Лидия Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Стебаков Владимир Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры машина-тракторного парка и тракторы ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул Генерала Родина, д 69, г. Орёл, Россия, 302019.

Артемова Ольга Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, кафедры растениеводства селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Information about authors

Naumkin Viktor Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University, Vavilova st., 1, Mayskiy village, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503

Blinnik Aleksey Sergeevich, first-year postgraduate student of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University, st. Vavilova, 1, item Maysky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503.

Stebakov Vladimir Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Machine-to-Tractor Park and Tractors, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Orlov State Agrarian University, General Rodina St., 69, Oryol, Russia, 302019.

Naumkina Lidiya Alekseevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod GAU, Vavilova st., 1, Maysky village, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503

Kryukov Alexander Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Acting Head of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Belgorod State Agrarian University, Vavilova st., 1, village Mayskiy, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503

Artemova Olga Yurievna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Department of Plant Breeding and Vegetable Growing, Belgorod State Agrarian University, Vavilova St., 1, Maiskiy settlement, Belgorodsky District, Belgorod Region, Russia, 308503

УДК 634.11:631.445.4

Н.Ю. Ревин, А.Г. Гурин, Г.А. Игнатова, Е.И. Степанова

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ ДЕРНОВО-ПЕРЕГНОЙНОЙ СИСТЕМЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ В САДУ

Аннотация. В статье представлены данные ферментативной активности почвы в междурядьях сада при дерново – перегнойной системе содержания почвы. Исследования проводились в ЗАО «Сосновка» Ливенского района Орловской области. Опыт был заложен в яблонево саду 1989 года посадки. Схема размещения деревьев 7х5м., подвой семенной, сорт Синап Орловский. Посев в междурядьях сада произведен весной 2015 года. Повторность в опыте трех кратная, площадь учетной делянки 280м². Варианты: Чёрный пар (контроль); Тимофеевка луговая (8 кг/га) + Клевер красный (10 кг/га); Тимофеевка луговая (8 кг/га) + Люцерна изменчивая (4 кг/га); Овсяница луговая (6 кг/га) + Клевер красный (10 кг/га); Овсяница луговая (6 кг/га) + Люцерна изменчивая (4 кг/га); Тимофеевка луговая (8 кг/га) + Овсяница луговая (6 кг/га). Изучалось воздействие трав - задернителей в междурядьях яблоневого сада при дерново-перегнойной системе содержания почвы на ее активность основных почвенных ферментов, таких как каталаза, уреазы и фосфатазы. Наибольшей каталазной активностью отличались варианты, в травостое которых преобладали бобовые культуры, и прежде всего люцерна изменчивая. При дерново-перегнойной системе активность каталазы была выше, чем на черном пару в 2-3 раза в течении всей вегетации. В вариантах с дерново-перегнойной системой содержания почвы наибольшая уреазная активность отмечена при посеве овсяницы луговой совместно с люцерной изменчивой. Это говорит о регулирующем действии данного фермента на процессы превращения в почве азотсодержащих органических соединений. Активность фосфатазы находится в обратной зависимости от обеспеченности растений подвижным фосфором. Она может использоваться как дополнительный показатель фосфорного режима почвы.

Ключевые слова: ферменты, каталаза, уреазы, фосфатаза, почва, сад, дерново-перегнойная система.

THE ENZYMATIC ACTIVITY OF THE SOIL IN THE SOD-HUMUS SYSTEM OF SOIL MAINTENANCE IN THE GARDEN

Abstract. The article presents data on the enzymatic activity of the soil in the aisles of the garden with a sod - humus system of soil maintenance. The research was carried out in ZAO "Sosnovka" of the Livensky district of the Oryol region. The experience was laid in an apple orchard planting in 1989. Layout of trees 7x5m., Seed stock, Sinap Orlovsky variety. Sowing in the aisles of the garden was carried out in the spring of 2015. The experiment was repeated three times, the area of the accounting plot was 280m². Options: Black steam (control); Timothy meadow (8 kg / ha) + Red clover (10 kg / ha); Timothy meadow (8 kg / ha) + Variable alfalfa (4 kg / ha); Meadow fescue (6 kg / ha) + Red clover (10 kg / ha); Meadow fescue (6 kg / ha) + Variable alfalfa (4 kg / ha); Meadow timothy (8 kg / ha) + Meadow fescue (6 kg / ha). The effect of grasses - grasses in the aisles of an apple orchard with a sod-humus system of soil maintenance on its activity of the main soil enzymes, such as catalase, urease and phosphatase - was studied. The highest catalase activity was observed in the variants in the herbage of which leguminous crops predominated, and first of all alfalfa is variable. With a soddy-humus system, the activity of catalase was 2-3 times higher than with black fallow during the entire growing season. In variants with a soddy-humus system of soil content, the highest urease activity was observed when sowing meadow fescue together with alfalfa alfalfa. This indicates the regulatory effect of this enzyme on the processes of conversion of nitrogen-containing organic compounds in the soil. Phosphatase activity is inversely related to the availability of mobile phosphorus to plants. It can be used as an additional indicator of the phosphorus regime of the soil.

Keywords: enzymes, catalase, urease, phosphatase, soil, garden, sod-humus system.

Введение. В плодовых садах важное значение имеет сохранение плодородия почвы под плодовыми деревьями почва многократно больше подвержена деградации, относительно полеводства [1]. Для сохранения плодородия почвы в садах наиболее эффективной признана дерново-перегнойная система содержания [2]. Однако данная система не везде получила безусловное распространение. По сравнению с черным паром при дерново-перегнойной системе содержания почвы в садах возрастает водопотребление, что негативно сказывается на водном режиме, особенно в зонах недостаточного увлажнения [3,4]. При отсутствии орошения важным условием является правильный подбор трав-задернителей, которые должны в минимальной степени оказывать конкуренцию плодовым насаждениям, и в тоже время макси-

мально полно влиять на улучшение плодородия почвы. В связи с этим важно правильно провести оценку предлагаемых приемов по сохранению и восстановлению плодородия земель в садах. Таким надежным диагностическим показателем, наряду с другими критериями, может служить ферментативная активность почвы [6].

Поскольку ферментативная активность является одним из чувствительных показателей, происходящих в почвах под воздействием антропогенных факторов, их по мнению Ф.Х. Хазиева [7], необходимо использовать в почвенно-мониторинговых исследованиях. При этом наиболее показательным, по его мнению, являются те ферменты, которые обеспечивают наиболее важные метаболические процессы в почве. В условиях лесостепной зоны ЦЧР исследований о влиянии дерново-перегнойной системы содержания междурядий в садах на изменение ферментативного пула почвы не проводилось.

Цель исследования. Выявить влияние бобово-злаковых травосмесей при дерново-перегнойной системе содержания междурядий в яблоневом саду на ферментативную активность почвы.

Методы исследований. Исследования проводились в ЗАО «Сосновка» Ливенского района Орловской области. Опыт был заложен в яблоневом саду 1989 года посадки. Схема размещения деревьев 7х5 м., подвой семенной, сорт Синап Орловский. Посев в междурядьях сада произведен весной 2015 года. Повторность в опыте трех кратная, площадь учетной делянки 280 м².

Варианты:

1. Чёрный пар (контроль);
2. Тимофеевка луговая (8 кг/га) + Клевер красный (10 кг/га);
3. Тимофеевка луговая (8 кг/га) + Люцерна изменчивая (4 кг/га);
4. Овсяница луговая (6 кг/га) + Клевер красный (10 кг/га);
5. Овсяница луговая (6 кг/га) + Люцерна изменчивая (4 кг/га);
6. Тимофеевка луговая (8 кг/га) + Овсяница луговая (6 кг/га).

Для определения ферментативной активности отбирались образцы почвы в середине междурядий сада в шести кратной повторности на глубину 0-20 см.

Каталазную активность определяли по методу Джонсона и Темпле [8], уреазы – по методу Щербаковой [9], фосфатазы – по методу Галстяна и Артуняна [10].

Результаты исследования. Нами изучалось воздействие трав - задернителей в междурядьях яблоневого сада при дерново-перегнойной системе содержания почвы на ее биологическую деятельность по активности основных почвенных ферментов, таких как каталаза, уреазы и фосфатазы. Данные ферменты непосредственно влияют на метаболизм важнейших биогенных элементов, а также на образование и минерализацию органического вещества. Данные представлены в таблице 1.

Каталаза – фермент относящийся к классу оксидо - редуктаз. Активность каталазы позволяет оценить скорость окислительных процессов, а также синтез и распад гумусовых веществ в почве [11]. Системы содержания почвы в междурядьях сада оказали влияние на активность каталазы. При дерново-перегнойной системе активность была выше, чем на черном пару в 2-3 раза в течении всей вегетации.

Повышение активности каталазы объясняется, прежде всего, наличием на поверхности почвы мульчирующего слоя перепревших и полуперепревших остатков скошенной травянистой растительности, при микробном разложении которых происходит внутриклеточное выделение ферментов, а также за счет так называемого ризосферного эффекта на почвенную микрофлору, в процессе которого активизируется их жизнедеятельность [12].

Наибольшей каталазной активностью отличались варианты, в травостое которых преобладали бобовые культуры, и прежде всего люцерна изменчивая. Так, в третьем варианте каталазная активность с апреля по сентябрь составляла 2,64-3,99 мл. В пятом варианте, где в состав травостоя также входила люцерна изменчивая каталазная активность была на уровне третьего варианта 2,79-3,93 мл.

Таблица 1 – Ферментативная активность почв в междурядьях сада (средние данные за 2018-2020 гг.)

Вариант	Сроки отбора проб					
	апрель	май	июнь	Июль	Август	Сентябрь
Каталаза, мм О ₂ на 10 г.						
Черный пар (контроль)	1,32	1,24	1,30	1,28	1,26	1,31
Тимофеевка луговая + клевер красный	2,27	3,34	3,46	3,31	2,37	2,44
Тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	2,67	3,98	3,99	3,84	2,96	3,07
Овсяница луговая + клевер красный	2,18	3,11	3,21	3,15	2,07	2,16
Овсяница луговая + люцерна изменчивая	2,79	3,94	3,78	3,93	3,26	3,59
Тимофеевка луговая + овсяница луговая	2,01	2,86	2,84	2,91	2,19	2,61
НСР ₀₅	0,27	0,34	0,29	0,40	0,22	0,31
Уреза, мг NH ₄ на 10 г.						
Черный пар (контроль)	1,24	2,61	3,59	3,07	2,49	2,11
Тимофеевка луговая + клевер красный	2,76	2,12	2,47	2,39	3,44	3,27
Тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	2,71	2,17	2,70	2,47	3,29	3,53
Овсяница луговая + клевер красный	2,30	2,47	2,64	2,26	2,86	3,09
Овсяница луговая + люцерна изменчивая	2,83	2,97	2,91	2,54	3,43	3,48
Тимофеевка луговая + овсяница луговая	2,69	2,54	2,83	2,49	3,32	3,51
НСР ₀₅	0,23	0,34	0,27	0,30	0,21	0,42
Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ на 10 г.						
Черный пар (контроль)	4,23	3,49	3,24	3,27	2,48	3,76
Тимофеевка луговая + клевер красный	3,34	6,17	6,52	6,31	6,81	7,22
Тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	3,76	6,34	6,81	6,47	6,88	7,31
Овсяница луговая + клевер красный	3,29	5,96	6,34	6,29	6,32	6,92
Овсяница луговая + люцерна изменчивая	3,83	6,41	6,93	6,44	6,79	7,28
Тимофеевка луговая + овсяница луговая	3,67	6,24	6,49	6,37	6,81	7,24
НСР ₀₅	0,49	0,64	0,57	0,61	0,63	0,72

Варианты с посевом клевера красного и злаковых трав несколько уступали по данному показателю. Активность во втором варианте составляла 2,27-3,46 мл., в четвертом – 2,18-3,21мл. Наименьшая каталазная активность отмечена в шестом варианте, где произрастали только злаковые травы 2,01-2,91 мл в зависимости от срока отбора проб.

На ферментативную активность, в том числе каталазы немаловажное значение оказывают температура и влажность почвы. В весенний период температура почвы как правило невысокая, а влажность бывает избыточной, что негативно сказывается на ферментативной активности. В летние месяцы температура почвы повышается, что способствовало повышению каталазной активности во всех вариантах опыта. В сентябре наблюдалось снижение активности каталазы, что мы также связываем с температурным режимом.

Уреза участвует в метаболизме азотсодержащих соединений в почве. Она катализирует гидролиз мочевины до аммиака и углекислого газа, в результате чего происходит гидrolитическое расщепление связи между азотом и углеродом в молекулах органических веществ [13]. Исследования показали, что в весенний период отрастание травянистой растительности в междурядьях сада незначительное, активность уреазы в 2 раза выше при дерново-перегнойной системе содержания почвы, чем на черном пару. Как известно, между активностью уреазы и содержанием доступного азота, имеется положительная корреляция. В вариантах с задернением содержание нитратного азота в весенний период выше, чем на черном пару. В дальнейшем, по мере отрастания трав-задернителей, возникает усиленное потребление ими азота, что приводит к его снижению в почве. На черном пару травянистая расти-

тельность отсутствует, нитратный азот потребляют только плодовые деревья, содержание его в почве выше, соответственно и уреазная активность здесь выше.

К осени, когда травы перестают потреблять азот, содержание его в почве возрастает, относительно черного пара. В этот период уреазная активность повышается в вариантах с дерново-перегнойной системой.

В вариантах с дерново-перегнойной системой содержания почвы наибольшая уреазная активность отмечена при посеве овсяницы луговой совместно с люцерной изменчивой. Это говорит о регулирующем действии данного фермента на процессы превращения в почве азотсодержащих органических соединений[14].

Фосфатаза – катализирует реакции превращения в почве фосфорсодержащих органических соединений. Активность фосфатазы находится в обратной зависимости от обеспеченности растений подвижным фосфором. Она может использоваться как дополнительный показатель фосфорного режима почвы.

В весенний период наибольшее количество фосфатазы было на черном пару – 4,24 мг. При дерново-перегнойной системе количество фосфатазы составило 3,29-3,83 мг, что говорит о более высоком содержании подвижного фосфора при задернении. В летний период за счет потребления травами и фосфора и выноса его из почвы происходит увеличение фосфатазы относительно черного пара в 1,6-1,9 раза. Такая закономерность прослеживалась до сентября.

Выявить влияние видового состава бобово-злаковых травосмесей на данный показатель не удалось. Различия между вариантами находились в пределах ошибки опыта.

Выводы:

1. Ферментативная активность почвы была выше при дерново-перегнойной системе содержания почвы, относительно черного пара.
2. Наибольшей каталазной активностью отмечались варианты, в травостое которых преобладали бобовые культуры.
3. В летний период травянистые растения составляют конкуренцию плодовым деревьям в потреблении элементов питания, что сказывается на состоянии уреазной и фосфатазной активности.

Библиография

- 1.Ревин Н.Ю., Гурин А.Г., Резвякова С.В. Роль бобово-злаковых травосмесей в формировании детрита в почве и ее водопроницаемость при задернении междурядий яблоневого сада // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2020. №64(4). С. 282-292. Doi 10.30679/2219-5335-2020-4-64-282-292.
- 2.Гурин А.Г., Степанова Е.И., Игнатова Г.А. Биологическая активность чернозема выщелоченного в садах при задернении междурядий бобово-злаковыми многолетними травами// Вестник аграрной науки, 2019. №2(77). С.12-16. Doi 10.15217/issn2587-666X.2019.2.12.
- 3.Burns R.G., Forest J.U., Marxen J. etal. Soil enzymes in changing envizonment: Curzent finowledge and future dizections // Soil Biology end Biochemistzy, 2013. V58. №2. P. 215-234.
- 4.Саегталиев Г.Э. Ферментативная активность почвы как показатель ее плодородия // Молодой ученый, 2014. №2(61). С. 277-278.
- 5.Karaca A., Cetin S.C., Turgay O.S., Kizilkoya R. Soil enzymes as indication of soil guality // Soil Enzimology. Berlin – Springer – Verlag. 2011. P. 119-148.
- 6.Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биология почв Юга России. Ростов на Дону, 2004. 350с.
- 7.Хазиев Ф.Х. Функциональная роль ферментов в почвенных процессах // Вестник АНРБ, 2015. Т10. №2. С. 14-24.
- 8.Хазиев Ф.Х. Экологические связи ферментативной активности почвы // Экобиотех, 2018. Т.11 №2. С. 80-92.
- 9.Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252с.
- 10.Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. – Ереван: Айасан, 1974. 275с.
- 11.Купревич В.Ф., Щербакова Т.А. Почвенная экзимология. Минск: Наука и техника, 1966. 274с.
- 12.Куприченков М.Т., Антонова Т.Н. Ферменты в почвах Предкавказья. Ставрополь: Агрус, 2010. 192с.
- 13.Менькина Е.А., Куприченков М.Т. Сезонная динамика биологической активности в агро- и биогенных почвах Ставропольского края // Таврический Вестник аграрной науки, 2018. №2(14). С. 64-75. DoI 10.25637/TVAN.
- 14.Муха В.Д. естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности). М.: КолосС, 2004. 27с.

References

1. Revin N. Yu., Gurin A. G., Rezvyakova S. V. The role of legume-cereal 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 of the South of Russia, 2020. No. 64(4). pp. 282-292. Doi 10.30679/2219-5335-2020-4-64-282-292.
2. Gurin A. G., Stepanova E. I., Ignatova G. A. Biological activity of leached chernozem in gardens when row spacing is blackened with legume-cereal perennial grasses// Bulletin of Agrarian Science, 2019. No. 2 (77). pp. 12-16. Doi 10.15217/issn2587-666X.2019.2.12.
3. Burns R.G., Forest J.U., Marxen J. et al. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions // Soil Biology and Biochemistry, 2013. V58. No. 2. P. 215-234.
4. Saitgaleev G. E. Enzymatic activity of the soil as an indicator of its fertility // the Young scientist, 2014. №2(61). P. 277-278.
5. Karaca A., Cetin, S. C., Turgay O. S., R. Kizilkoya Soil enzymes as indication of soil quality // Soil Enzymology. Berlin – Springer – Verlag. 2011. P. 119-148.
6. Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I., Valkov V. F. Biology of soils of the South of Russia. Rostov on Don, 2004. 350с.
7. Khaziev F. Kh. The functional role of enzymes in soil processes // Vestnik ANRB, 2015. T10. No. 2. pp. 14-24.
8. Khaziev F. Kh. Ecological connections of the enzymatic activity of the soil // Ecobiotech, 2018. Vol. 11 No. 2. pp. 80-92.
9. Khaziev F. H. Methods of soil enzymology. Moscow: Nauka, 2005. 252s.
10. Galstyan A. Sh. Fermentative activity of Armenian soils. - Yerevan: Hayasean, 1974. 275s.
11. Kuprevich V. F., Shcherbakova T. A. Soil eximology. Minsk: Nauka i tekhnika, 1966. 274s.
12. Kuprichenkov M. T., Antonova T. N. Ferments in the soils of the Ciscaucasia. Stavropol: Agrus, 2010. 192s.
13. Menkina E. A., Kuprichenkov M. T. Seasonal dynamics of biological activity in agro - and biogenic soils of the Stavropol Territory // Tavrichesky Bulletin of Agrarian Science, 2018, no. 2 (14), pp. 64-75. DoI 10.25637/TVAN.
14. Mukha V. D. Natural-anthropogenic evolution of soils (general patterns and zonal features). Moscow: KolosS, 2004. 27с.

Сведения об авторах

Ревин Николай Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Красноармейская, д. 17а, г. Орёл, Россия, 302040, тел. +74862761104.

Гурин Александр Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Красноармейская, д. 17а, г. Орёл, Россия, 302040, тел. +74862761104.

Игнатова Галина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Красноармейская, д. 17а, г. Орёл, Россия, 302040, тел. +74862761104.

Степанова Елена Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Красноармейская, д. 17а, г. Орёл, Россия, 302040, тел. +74862761104.

Information about authors

Revin Nikolay Yuryevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agroecology and Environmental Protection, Orel State Agrarian University, 17a, ul. Krasnoarmeyskaya, Orel, Russia, 302040, tel. +74862761104.

Alexander Gurin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agroecology and Environmental Protection, Orel State Agrarian University, 17a, ul. Krasnoarmeyskaya, Orel, Russia, 302040, tel. +74862761104.

Ignatova Galina Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agroecology and Environmental Protection, Orel State Agrarian University, 17a, ul. Krasnoarmeyskaya, Orel, Russia, 302040, tel. +74862761104.

Stepanova Elena Ivanovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agroecology and Environmental Protection, Orel State Agrarian University, 17a, ul. Krasnoarmeyskaya, Orel, Russia, 302040, tel. +74862761104.

УДК 633.16:632.4:632.952

С.В. Резвякова, Н.И. Ботуз, Е.В. Митина

ЗАЩИТА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ОТ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

Аннотация. Цель исследований - научное обоснование защиты ярового ячменя от возбудителей грибных заболеваний. Исследования проведены в НОПЦ «Интеграция» Орловского ГАУ, Орловская область, в 2019-2020гг. В качестве объектов исследования использованы новые и рекомендованные к использованию фунгициды Азорро и Триада, районированный сорт ярового ячменя Грейс. Расположение делянок систематическое. Размер опытной делянки 12м x 20м = 240 м². Размер учетной делянки 50м². Повторность опыта четырехкратная. Проводили 2 обработки: 1 - фаза кущения-начала выхода в трубку, 2- фаза флагового листа. *Схема опыта:* 1. Контроль без обработки; 2. Азорро, 0,8 л/га; 3. Триада, 0,6 л/га; 4. Азорро, 0,8 л/га +Триада, 0,6 л/га. Используемые пестициды по всем вариантам опыта: Инсектицид Залп, КЭ (250 г/л циперметрин) – 0,2 л/га. Гербицид Лорнет, ВР (300 г/л клопиралид) – 0,16-0,66. Предшественник ярового ячменя – яровая пшеница по черному пару. Вспашка на глубину 23-25 см. Ранневесеннее боронование. Культивация предпосевная. Посев с нормой высева 5 млн. всхожих семян. Пораженность растений болезнями и структуру урожая определяли согласно Методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур (1982, 1995). Качество зерна определяли в соответствии с ГОСТами. Выявлено, что двукратная обработка посевов ярового ячменя фунгицидом Триада способствует повышению урожайности на 19,6%. При использовании в фазу кущения-начала выхода в трубку фунгицида Азорро и в фазу флагового листа фунгицида Триада прибавка урожайности составляет 15,8%. Поскольку стоимость фунгицида Азорро более чем в 1,5 раза ниже по сравнению с Триадой, а разница по урожайности статистически не доказана, то с экономической точки зрения целесообразно использовать вариант обработок Азорро+Триада. При этом качество зерна по сравнению с контрольным вариантом повышается в одинаковой степени.

Ключевые слова: яровой ячмень, фунгициды, грибные болезни, урожайность, качество зерна.

PROTECTION OF SPRING BARLEY FROM FUNGAL DISEASES ON DARK GRAY FOREST SOIL

Annotation. The purpose of the research is to provide a scientific basis for the protection of spring barley from fungal pathogens. The research was conducted in the NOPC "Integration" of the Oryol State Agrarian University, Oryol region, in 2019-2020. The new and recommended fungicides Azorro and Triada, a zoned variety of spring barley Grace, were used as objects of research. The location of plots is systematic. The size of the experimental plot is 12m x 20m = 240 m². The size of the accounting plot is 50m². The experience is repeated four times. 2 treatments were performed: 1 - phase of tillering-the beginning of the exit to the tube, 2 - phase of the flag sheet. Experience scheme: 1. Control without treatment; 2. Azorro, 0.8 l / ha; 3. Triad, 0.6 l / ha; 4. Azorro, 0.8 l / ha +Triad, 0.6 l / ha. Pesticides used in all variants of the experiment: Insecticide Salvo, CE (250 g / l cypermethrin) - 0.2 l / ha. Herbicide Binoculars, BP (300 g/l clopyralid) – 0,16-0,66. The predecessor of spring barley is spring wheat by black steam. Plowing to a depth of 23-25 cm. Early spring harrowing. Pre-sowing cultivation. Sowing with a seeding rate of 5 million. of germinating seeds. Plant diseases and crop structure were determined according to the methodology of the State Variety Testing of agricultural crops. cultures (1982, 1995). Grain quality was determined in accordance with GOST standards. It was revealed that double treatment of spring barley crops with Triad fungicide contributes to an increase in yield by 19.6%. When used in the tillering phase-the beginning of the release of the Azorro fungicide into the tube and in the flag leaf phase of the Triad fungicide, the yield increase is 15.8%. Since the cost of Azorro fungicide is more than 1.5 times lower compared to the Triad, and the difference in yield is not statistically proven, from an economic point of view, it is advisable to use the Azorro treatment option+Triad. At the same time, the quality of grain in comparison with the control variant increases to the same extent.

Key words: spring barley, fungicides, fungal diseases, yield, grain quality.

Введение. Яровой ячмень (*Hordeum sativum* L.) является наиболее скороспелой и пластичной культурой среди ранних яровых зерновых. Он дает достаточно устойчивые по годам урожаи. Однако ухудшение фитосанитарного состояния агроценозов приводит к значительной потере урожая [1, 2]. В связи с поставленной задачей биологизации и экологизации отрасли растениеводства разрабатываются ресурсосберегающие технологии, которые базируются на использовании устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам сортов, снижении количества семян сорных растений, возбудителей болезней и

вредителей за счет разных способов основной обработки почвы, повышении продуктивности растений на основе использования препаратов биологического происхождения и др. агроприемов [3, 4, 5]. Однако самым эффективным способом защиты растений является использование химических средств [6, 7]. Целью исследований является научное обоснование защиты ярового ячменя от возбудителей грибных заболеваний.

Место, объекты и методика исследований. Исследования проведены в НОПЦ «Интеграция» ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орловская область, Орловский район, с. Лаврово в 2019-2020 гг. В качестве объектов исследования использованы новые и рекомендованные к использованию фунгициды Азорро и Триада, районированный в Орловской области сорт ярового ячменя Грейс. Расположение участков систематическое, размер опытной делянки 12м x 20м = 240 м², размер учетной делянки 50м² повторность опыта четырехкратная. Проводили 2 обработки: 1 - фаза кущения-начала выхода в трубку, 2- фаза флагового листа.

Схема опыта

1. Контроль без обработки;
2. Азорро, 0,8 л/га;
3. Триада, 0,6 л/га;
4. Азорро, 0,8 л/га +Триада, 0,6 л/га (*рабочей жидкости – 300 л/га*).

Фунгицид Азорро. Проявляет усиленный фунгицидный эффект за счет комбинации двух действующих веществ со взаимодополняющими биологическими свойствами - Азоксистробин, 100 г/л и Карбендазим, 300 г/л. Препаративная форма - концентрат суспензии. Контактный пестицид, системный пестицид. Химический класс - Бензимидазолы + стробилурины. Класс опасности 2.

Фунгицид Триада. Три высокоэффективных действующих вещества в оптимальном соотношении - Пропиконазол, 140 г/л, Тебуконазол, 140 г/л, Эпоксиконазол, 72 г/л. Препаративная форма - концентрат коллоидного раствора. Химический класс - Триазолы. Системный пестицид. Класс опасности 2.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка приведена в таблице 1. Почвенный покров опытного участка представлен типичной для тёмно-серой лесной среднесуглинистой по механическому составу глееватой почвой, способной заплывать и слипаться после дождей, уплотняться и образовывать трещины в сухую погоду. Почвообразующие и подстилающие породы – оглеенные покровные суглинки (пятна оглеения встречаются с глубины 75 см). Склон юго-западной экспозиции крутизной 0-3°. Рельеф участка выровненный.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (данные ФГБУ Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии "Орловский")

Тип почвы	pH _{сол}	Гумус, %	Содержание в почве, мг/100 г почвы		
			азота	подвижного фосфора	обменного калия
Темно-серая лесная	5,0	3,8	4,2	12,9	15,9

Используемые пестициды по всем вариантам опыта:

Инсектицид Залп, КЭ (*250 г/л циперметрина*) – 0,2 л/га (*рабочей жидкости – 200-400 л/га*).
 Гербицид Лорнет, ВР (*300 г/л клопиралида*) – 0,16-0,66 (*р.ж. – 200-300 л/га*).

Предшественник ярового ячменя – яровая пшеница по черному пару. Вспашка на глубину 23-25 см. Ранневесеннее боронование. Культивация предпосевная. Посев с нормой высева 5 млн. всхожих семян.

Пораженность растений болезнями и структуру урожая определяли согласно Методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур (1982, 1995). Качество зерна определяли в соответствии с ГОСТами.

Определение биологической эффективности фунгицидов

Биологическую эффективность фунгицидов рассчитывают в основном по двум показателям: распространенности болезни и интенсивности ее развития (степени поражения).

Распространенность болезни Р (%) рассчитывают по формуле:

$$P = n / N \cdot 100,$$

где **n** – количество растений в пробе с признаками заболеваний;

N – общее число проанализированных растений в пробе.

Развитие болезни R (%), отражающее среднюю степень поражения территории или поля, рассчитывают по формуле:

$$R = 100 \cdot \Sigma (nb) / NK,$$

где **n** – количество пораженных растений;

b – соответствующий балл их поражения;

N – общее количество растений в пробе,

K – высший балл шкалы учета.

Метеорологические условия 2019 и 2020 годов соответствовала биологии ярового ячменя.

Результаты исследований. Яровой ячмень менее требователен к температурному режиму воздуха и почвы, поэтому его можно сеять рано. Посев произвели 7 мая, уборку 3 августа. Вегетационный период составил 89 дней. Определение биометрических показателей ячменя показало, что в фазу выхода в трубку высота растений по вариантам составила 51,5-58,7 см (табл. 2). Прибавка на лучшем варианте с фунгицидом Триада составила 14% по сравнению с контролем. При использовании фунгицида Азорро высота растений увеличилась на 9,5%. И на варианте с совместным применением Азорро и Триады - на 11,7%. Это свидетельствует об эффективности фунгицидов на ранних фазах развития ячменя.

Таблица 2 - Биометрические показатели растений по основным фазам развития ярового ячменя

Варианты опыта	Высота растений, см	Сырая масса одного растения, г	Сухая масса одного растения, г
Фаза выхода в трубку			
Контроль	51,5	1,67	0,53
Азорро	56,4	1,77	0,58
Триада	58,7	1,87	0,63
Азорро+Триада	57,5	1,82	0,61
Фаза колошения-цветения			
Контроль	72,4	3,20	0,82
Азорро	75,2	3,75	0,91
Триада	79,0	4,18	0,95
Азорро+Триада	78,9	4,15	0,94

Сырая масса одного растения на контроле составила 1,67 г, на опытных вариантах отмечена прибавка на 6,0-12,0%. Сухая масса одного растения на контроле составила 0,53 г. На опытных вариантах – на 9,4-18,9% больше. В фазу колошение-цветение сохранилась намеченная тенденция. Высота растений по сравнению с контролем увеличилась на 3,9-9,1%, сырая масса одного растения – на 17,2-30,6%, сухая масса одного растения – на 11,0-14,4%.

Нами были проанализированы посевные качества семян, полевая всхожесть и сохранность растений к уборке. Результаты приведены в таблице 3. *Энергию прорастания* семян определяли как отношение количества зерен, проросших за 72 ч, к общему количеству анализируемых зерен, выраженное в процентах. *Способность прорастания* определяли аналогично через 120 часов (5 суток).

Таблица 3 - Показатели посевных качеств семян ячменя и сохранившиеся к уборке растения

Вариант	Энергия прорастания, %	Способность прорастания, %	Полевая всхожесть, %	Сохранившиеся к уборке растения, %
Контроль	28,8	94,8	88,4	78,8
Азорро				91,9
Триада				94,8
Азорро+Триада				92,6
НСР ₀₅	-	-	-	6,8

Анализ результатов показал, что семена соответствуют требованиям ГОСТ 10469-76 к качеству посевного материала. Энергия прорастания составила 28,8%, способность прорастания – 94,8%, полевая всхожесть – 88,4%. На контрольном варианте к уборке сохранилось 78,8%. Это обусловлено в большей степени гибелью растений от темно-бурой пятнистости и корневых гнилей. На вариантах с обработкой фунгицидами сохранность составила 91,9-94,8%. В нашем опыте на посевах ячменя отмечены следующие грибные болезни: септориоз, темно-бурая пятнистость, мучнистая роса, пыльная головня и корневые гнили.

В нашем опыте степень повреждения растений ячменя септориозом на контрольном варианте составила 1,5 балла, мучнистой росой – 2,0 балла. На 2,6-2,8 балла отмечены повреждения темно-бурой пятнистостью и пыльной головней. Максимально (3,5 балла) растения были повреждены корневыми гнилями (Рис. 1).

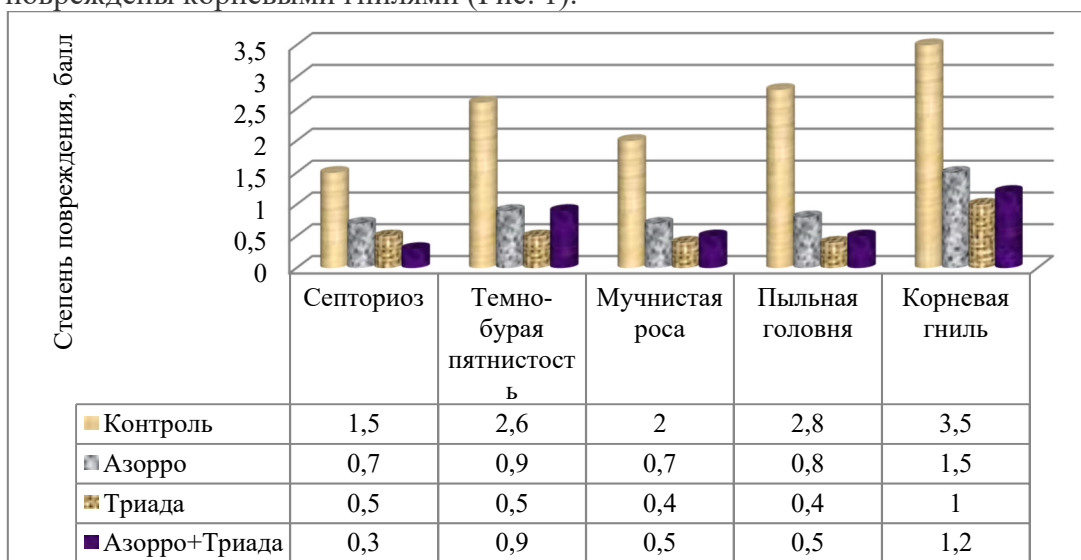


Рис. 1 - Степень повреждения грибными болезнями ярового ячменя в фазу колошение-начало цветения, балл

Использование фунгицидов значительно снизило степень повреждения ячменя септориозом, темно-бурой пятнистостью, мучнистой росой и пыльной головней - до 0,3-0,9 балла. Эффективность фунгицидов против корневых гнилей несколько ниже, поскольку они в большей степени влияют на листостебельные инфекции. Степень повреждения растений корневыми гнилями на опытных вариантах составила 1,0-1,5 балла. Разница между вариантами с обработкой растений Триадой и Азорро+Триада статистически не доказана. Незначительно уступает по эффективности фунгицид Азорро в отношении темно-бурой пятнистости и пыльной головни вариантам с использованием Триады, что объясняется наличием в последней трех действующих веществ.

Наибольшее распространение на растениях ячменя выявлено по темно-бурой пятнистости и корневым гнилям (табл. 4). На контрольном варианте распространенность темно-бурой пятнистости составила 89,6%, корневых гнилей 59,4%.

Таблица 4 - Распространенность грибных болезней на ячмене после двукратного применения фунгицидов

Вариант	Темно-бурая пятнистость, %	Биологическая эффективность, %	Корневые гнили, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	89,6	-	59,4	-
Азорро	18,0	79,9	44,4	25,3
Триада	10,4	88,4	39,6	33,3
Азорро+Триада	12,8	85,7	42,0	29,3
НСР ₀₅	5,4	-	5,1	-

Биологическая эффективность фунгицидных обработок против темно-бурой пятнистости составила 79,9-88,4%. Против корневых гнилей - 25,3-33,3%, что подтверждает необхо-

димось протравливания семян, поскольку заражение происходит, в основном, в момент их прорастания. В последующие фазы развития растений фунгициды в большей степени воздействуют на листья и стебли. Максимальная биологическая эффективность выявлена на варианте с двукратной обработкой фунгицидом Триада - 88,4%.

Структура урожая ярового ячменя представлена в таблице 5. Общая кустистость составила 2,3-2,5 шт., продуктивная была ниже на 21,8% на контроле и 8,7% на лучших вариантах – Триада и Азорро+Триада. Длина колоса варьировала в пределах 5,2-5,6 см, число колосков – от 15,5 до 16,0 шт., число зерен в колосе – от 14,4 до 15,9 шт. На опытных вариантах масса зерна существенно превышала данный показатель контрольного варианта. Также выявлено, что при двукратной обработке фунгицидом Азорро масса зерна с колоса ниже по сравнению с двумя другими вариантами.

Таблица 5 - Структура урожая ярового ячменя Грейс

Вариант	Кустистость, шт.		Колос			
	Общая	Продуктивная	Длина, см	Колосков, шт.	Зерен, шт.	Масса зерна, г
Контроль	2,3	1,8	5,2	15,5	14,4	0,70
Азорро	2,4	2,1	5,4	15,8	15,2	0,75
Триада	2,5	2,3	5,6	16,0	15,9	0,79
Азорро+Триада	2,5	2,3	5,6	15,9	15,8	0,78
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	0,021

Урожайность ячменя определяется продуктивным стеблестоем и массой зерна с колоса. На контрольном варианте урожайность составила 28,18 ц/га. Прибавка на опытных вариантах варьировала в пределах 3,01-5,09 ц/га, что соответствует 10,7-19,6%. Максимальная урожайность получена при двукратной обработке посевов фунгицидом Триада (табл. 6).

Таблица 6 - Урожайность ярового ячменя

Вариант	Продуктивный стеблестой, шт.	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %
Контроль	402,6	28,18	-	
Азорро	415,8	31,19	3,01	10,7
Триада	421,2	33,27	5,09	19,6
Азорро+Триада	418,4	32,64	4,46	15,8
НСР ₀₅		2,14	-	-

Научный интерес представляет также изучение влияния фунгицидов на крупяные качества зерна ячменя (табл. 7). Натура зерна на контрольном варианте составила 612,2 г. На опытных вариантах данный показатель увеличился на 4,4-6,0%. Масса 1000 зерен по сравнению с контролем увеличилась на 5,7-12,6%. Выравненность зерна при проходе на ситах 2,8 и 2,5 мм на опытных вариантах выше и составила в сумме 96-98%. На контроле – 86%.

Таблица 7 - Крупяные качества зерна ярового ячменя Грейс

Вариант	Натура, г	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Выравненность при проходе на ситах 2,8 мм, %	Выравненность при проходе на ситах 2,5 мм, %
Контроль	612,2	43,6	39,5	59	27
Азорро	639,2	46,1	40,0	64	32
Триада	649,0	49,1	40,5	67	30
Азорро+Триада	643,4	48,4	40,1	65	33
НСР ₀₅	8,6	2,34	$F_{\phi} < F_T$	-	-

Стекловидность характеризует качество эндосперма. В нашем опыте стекловидность по вариантам была практически одинаковой и составила 39,5-40,5%.

К основным показателям качества зерна можно отнести содержание белка, крахмала и экстрактивность. Экстрактивность – это количество сухих веществ солода, которое может быть использовано при производстве пива. Содержание белка в зерне на контроле составило 11,0% (табл. 8). На опытных вариантах несколько ниже – 10,1-10,5%. Это можно объяснить тем, что пластические вещества в большей мере были израсходованы растениями на формирование прибавки урожая и увеличения натуре зерна.

Таблица 8 – Биохимические качества зерна ярового ячменя

Вариант	Белок, %	Крахмал, %	Экстрактивность, %
Контроль	11,0	63,7	78,4
Азорро	10,1	64,3	80,8
Триада	10,5	64,2	81,3
Азорро+Триада	10,3	64,5	80,6
НСР ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	2,04

Содержание крахмала составило 63,7% на контроле и 64,2-64,5% на вариантах с использованием фунгицидов. В целом по вариантам защитные мероприятия не оказали существенного влияния на содержание белка и крахмала в зерне ячменя. Экстрактивность достаточно высокая - 78,4-81,3%, что отвечает требованиям пивоваренного ячменя. По данному показателю разница между контрольным и опытными вариантами доказана статистически.

Таким образом, двукратная обработка посевов ярового ячменя сорта Грейс фунгицидом Триада способствует повышению урожайности на 19,6%. При использовании в фазу кущения-начала выхода в трубку фунгицида Азорро и в фазу флагового листа фунгицида Триада прибавка урожайности составляет 15,8%. Поскольку стоимость фунгицида Азорро более чем в 1,5 раза ниже по сравнению с Триадой, а разница по урожайности статистически не доказана, то с экономической точки зрения целесообразно использовать вариант обработок Азорро+Триада. При этом качество зерна по сравнению с контрольным вариантом повышается в одинаковой степени.

Библиография

1. Санин С.С. Фитосанитарные проблемы интенсивного растениеводства // Защита и карантин растений. 2013. №12. С. 3-9.
2. Лысенко Н.Н. Фитосанитарные проблемы Орловской области и пути их решения // Образование, наука и производство. 2015. № 3(12). С. 57-61.
3. Немченко В.В. Система защиты растений в ресурсосберегающих технологиях. Картамыш. 2011. 524 с.
4. Белошапкина О.О., Николаев В.А., Акимов Т.А. Развитие грибных болезней озимой пшеницы при разных способах основной обработки почвы // Проблемы развития АПК региона. 2015. №3 (23). С. 19-23.
5. Зевакин А.С., Резвякова С.В. Повышение продуктивности озимой пшеницы на биологической основе // Вестник аграрной науки. 2020. № 5(86). С. 26-32.
6. Буга С.Ф., Жуковский А.Г. Ильюк А.Г., Радина А.А. Тактика и экономика защиты озимой пшеницы и ярового ячменя от болезней // Защита и карантин растений. 2012. №8. С.18-20.
7. Долженко В.И., Новожилов К.В., Сухорученко Г.И., Тютюрев С.Л. Химическая защита растений в фитосанитарном оздоровлении агроэкосистем // Вестник защиты растений. 2011 № 3 С. 3-12.

References

1. Sanin S. S. Phytosanitary problems of intensive crop production // Protection and quarantine of plants. 2013. №. 12. Pp. 3-9.
2. Lysenko N. N. Phytosanitary problems of the Orel region and ways of their solution // Education, science and production. 2015. №. 3 (12). Pp. 57-61.
3. Nemchenko V. V. Plant protection system in resource-saving technologies. Kartamysh. 2011. 524 p.
4. Beloshapkina O. O., Nikolaev V. A., Akimov T. A. Development of fungal diseases of winter wheat under different methods of basic tillage. 2015. №. 3 (23). Pp. 19-23.

5 Zevakin A. S., Rezvyakova S. V. Improving the productivity of winter wheat on a biological basis // Bulletin of Agrarian Science. 2020. №. 5 (86). Pp. 26-32.

6. Buga S. F., Zhukovsky A. G. Плыук А. G., Radina A. A. Tactics and economics of protection of winter wheat and spring barley from diseases // Protection and quarantine of plants. 2012. №. 8. Pp. 18-20.

7. Dolzhenko V. I., Novozhilov K. V., Sukhoruchenko G. I., Tyuterev S. L. Chemical plant protection in phyto-sanitary improvement of agroecosystems // Bulletin of Plant Protection. 2011. № 3. Pp. 3-12.

Сведения об авторах

Резвякова Светлана Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, iana8545@yandex.ru

Ботуз Наталья Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Митина Елена Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

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, iana8545@yandex.ru

Botuz Natalia Ivanovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Mitina Elena Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin, 302019, Orel, General Rodina str., 69.

УДК 631.811.1:2:3

Н.И. Клостер

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЕТРЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЕ

Аннотация. По результатам исследований в полевом опыте, заложенном на опытном поле в Красненском районе Белгородской области, выявлены закономерности изменения продуктивности сахарной свеклы под действием различных видов и форм органических удобрений и энергосберегающих способов обработки почвы. Применяемые в опыте удобрения представляют собой отходы отрасли растениеводства в виде побочной продукции и сидеральные посевы горчицы белой. Изучается влияние на показатели продуктивности сахарной свеклы и продукты ее переработки различных видов органических удобрений и способов их заделки в почву. Рассматривалась возможность внесения органики как с глубокой заделкой при полноценной обработке почвы, так и поверхностный способ внесения при энергосберегающем способе заделки удобрений. Таким образом, как фактор опыта рассматривались два способа заделки удобрений - мелкий до 10 см и посредством обработки почвы тяжелыми дисковыми орудиями с глубиной обработки до 20 см с перемешиванием почвенных слоёв. Доказана эффективность органического удобрения в виде соломы с обязательным добавлением азота и зеленого удобрения в полевом севообороте на посевах сахарной свеклы. Определены оптимальные варианты внесения органического субстрата, соломосодержащих удобрений для создания условий расширенного воспроизводства плодородия чернозёма типичного и повышения продуктивности сахарной свеклы юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона России. Проанализировано действие изучаемых факторов на технологические качества свеклосахарного сырья, выход белого сахара на заводе и потери сахара при переработке. По результатами исследований даны рекомендации производству по технологии возделывания сахарной свеклы с применением в системе удобрения различных доз, видов, форм и условий органических удобрений, в том числе соломы в смеси с азотом удобрений с пролонгированным действием питательных веществ.

Ключевые слова: сахарная свекла, агротехнологии, органические удобрения, сахар, переработка

INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET IN THE ORGANIC SYSTEM OF SUGAR BEET FERTILIZATION IN THE CENTRAL BLACK EARTH ZONE

Annotation. According to the results of research in the field experiment, laid down in the experimental field in the Krasnensky district of the Belgorod region, the patterns of changes in the productivity of sugar beet under the influence of various types and forms of organic fertilizers and energy-saving methods of tillage were revealed. The fertilizers used in the experiment are waste products of the crop production industry in the form of by-products and sideral crops of white mustard. The influence of various types of organic fertilizers and methods of their incorporation into the soil on the productivity indicators of sugar beet and its processed products is studied. The possibility of applying organic matter both with deep embedding in full-fledged tillage, and the surface method of application with an energy-saving method of embedding fertilizers was considered. Thus, as a factor of experience, two methods of fertilization were considered - shallow up to 10 cm and by means of tillage with heavy disk tools with a depth of tillage up to 20 cm with mixing of soil layers. The effectiveness of organic fertilizer in the form of straw with the mandatory addition of nitrogen and green fertilizer in the field crop rotation on sugar beet crops has been proven. The optimal options for applying organic substrate and straw-containing fertilizers to create conditions for extended reproduction of typical chernozem fertility and increase the productivity of sugar beet in the southwestern part of the Central Chernozem region of Russia are determined. The effect of the studied factors on the technological qualities of beet sugar raw materials, the yield of white sugar at the plant and the loss of sugar during processing is analyzed. According to the results of the research, recommendations are given to the production of sugar beet cultivation technology with the use of various doses, types, forms and conditions of organic fertilizers in the fertilizer system, including straw mixed with nitrogen fertilizers with prolonged action of nutrients.

Keywords: sugar beet, agricultural technologies, organic fertilizers, sugar, processing

В Белгородской области помимо зерновых культур возделываются также технические культуры, среди которых ведущее место занимает сахарная свекла. Данная культура весьма требовательна как к условиям произрастания, так и к достаточному минеральному питанию растений (Азаров В.Б., 2004, Акулов П.Г., 1992). Почвенные условия региона позволяют возделывать сахарную свеклу с высокой потенциальной продуктивностью благодаря высокому плодородию черноземов (Лукин С.В., 2006, Родионов В.Я., 2013). В связи с переводом земледелия на биологическую основу (Турьянский А.В., 2012, Постановление..., 2015). необхо-

димо разработать систему возделывания этой ценной технической культуры с использованием местных органических удобрений, вовлечению в хозяйственный оборот питательных веществ пожнивных и поукосных посевов сидератов (Гриджин В.Т., 2012, Клостер Н.И., 2015). Однако, возделыванию сахарной свеклы по биологической технологии в регионе уделяется недостаточно внимания, несмотря на значительные площади под этой культурой.

Хозяйство, в котором проводились данные исследования, является полностью растениеводческим. В нем отсутствует животноводческая отрасль, а следовательно, и нет возможности вносить под сельскохозяйственные культуры органические удобрения. В технологии возделывания сахарной свеклы значительную долю затрат составляли расходы на приобретение и внесение минеральных удобрений в больших количествах для формирования высоких урожаев корнеплодов сахарной свеклы.

Заложенный нами полевой опыт призван оценить эффективность биологических приемов при возделывании сахарной свеклы и дать оценку применяемым элементам агротехнологии по сравнению с традиционной минеральной системой удобрения этой культуры.

Главная тема данного исследования- выявить оптимальные элементы технологии сахарной свеклы, при которых при сохранении элементов почвенного плодородия получался бы высокий стабильный урожай корнеплодов хорошего качества.

Схема опыта:

1. Контроль без удобрений;
2. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀;
3. Сидерат (горчица);
4. Солома 15 т/га;
5. Солома 15 т/га + N₆₀

Основная обработка почвы:

1. Мелкая обработка (дискование, междурядная обработка) до 15 см;
2. Глубокая безотвальная обработка.

Опыт являлся стационарным, осуществлялся на одном поле в течение трех лет в производственном севообороте.

Предшественник- озимая пшеница.

Посев сидеральной культуры осуществлялся после уборки предшественника.

Размер элементарной делянки- 100 м², повторность трехкратная.

Как показали результаты трехлетних исследований, на вариантах без внесения удобрений был сформирован урожай сахарной свеклы, далекий от ее биологического потенциала. В данном случае получена величина 248-287 ц/га с преимуществом глубокой обработки почвы.

При условии традиционной для хозяйства технологии, при которой применение минеральных удобрений доходит до 120 кг/га действующего вещества основных макроэлементов, урожайность корнеплодов в среднем за три года исследований составила 422-434 ц/га при высоких накладных расходах.

На варианте, предусматривающем посев сидеральной культуры (горчицы белой) после уборки предшествующей озимой пшеницы увеличение урожайности сахарной свеклы по сравнению с контролем составило 133-138 ц/га, что объясняется высокой отдачей питательных веществ вегетативной массой сидеральной культуры и быстрой минерализацией органической массы.

Опираясь на данные многих исследователей, отмечающих в своих трудах высокие удобрительные свойства соломы зерновых культур, мы включили в схему опыта варианты с применением измельченной соломы озимой пшеницы в количестве 15 т/га, а также аналогичный вариант, дополненный внесением 60 кг/га действующего вещества азота минеральных удобрений.

В этих условиях на делянках с чистым применением соломы был получен скорее отрицательный результат. Абсолютные величины урожайности сахарной свеклы зафиксирована на уровне ниже абсолютного контроля.

Иная картина складывается при условии внесения 60 кг/га азота на фоне измельченной соломы. При условии мелкой заделки соломы на глубину до 15 см урожайность сахарной свеклы возрастала до 506 ц/га, а при глубокой заделке 451 ц/га (табл. 1).

**Таблица 1 - Урожайность сахарной свеклы в зависимости от типа удобрения, ц/га
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район Белгородской области**

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	248	287
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	422	434
Сидерат	386	420
Солома 15 т/га	219	223
Солома + N ₁₂₀	506	451
НСР ₀₅	28	32

Столь высокая разница между вариантами с удобрением чистой соломой и с добавлением азотных удобрений объясняется, на наш взгляд, спецификой разложения органического вещества соломы и процессам, происходящим в почве в этом случае.

Основными микроорганизмами, перерабатывающими клетчатку, являются специфические почвенные целлюлозоразлагающие бактерии, рост которых прямо пропорционален наличию в почве свежего органического вещества. Для своей жизнедеятельности данные микроорганизмы используют соединения азота, которые они изымают из почвенных запасов, обедняя таким образом запасы этого критически важного для растений элемента.

Особенно активны представители почвенной микрофлоры в верхнем, наиболее аэрированном слое почвы. Именно этим можно объяснить высокий уровень продуктивности при мелкой заделке соломы с минеральными азотными удобрениями. Питательные вещества соломы благодаря микробиологической деятельности на этом варианте стали доступны для растений в критически важный этап онтогенеза и почти полностью были усвоены растениями, что позволило сформировать урожай корнеплодов выше 500 ц/га.

При глубокой заделке удобрительного продукта часть соломы попала слой почвы, обедненный кислородом и не была полноценно переработана. В данном случае, несмотря на высокий уровень продуктивности, разница с мелкой обработкой составила 55 ц/га.

Главным конечным продуктом, получаемым при возделывании сахарной свеклы, является сахар, продукт переработки свеклосахарного сырья.

Важным показателем продуктивности изучаемой культуры является сахаристость корнеплодов, от которой напрямую зависит количество получаемого сахара и, таким образом, общая эффективность возделывания свеклы.

По результатам исследований выявлено влияние изучаемых факторов на содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы. Как показывают данные таблицы 2, сахаристость снижается по мере роста количества удобрительного продукта.

**Таблица 2 - Сахаристость сахарной свеклы в зависимости от типа удобрения, %
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район Белгородской области**

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	19,3	19,0
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	16,7	16,0
Сидерат	18,4	18,1
Солома 15 т/га	19,5	19,2
Солома + N ₁₂₀	17,8	18,0
НСР ₀₅	0,7	0,6

На контроле без применения удобрений содержание сахара существенно выше и составляет 19,0-19,3 %. Минеральные удобрения способствовали сокращению сахаристости на величины 2,6-3,0 %, а посевы сидеральной культуры дополнительно снизило этот показатель до величин 18,1-18,4 %.

Определенной новизной отличаются данные по изменению сахаристости корнеплодов под влиянием удобрения соломой. Если в вариантах с чисто соломенной системой удобрения показатели соответствуют уровню контроля, то при добавлении азотного удобрения, данная величина снижается до 17,8-18,0 %, что является хорошим результатом.

Для понимания эффективности возделывания сахарной свеклы необходимо привязать изучаемые факторы к получению итогового продукта, а именно сахара.

Результаты величин полевого сбора сахара позволят определить, сколько сахара возможно получить с одного гектара в зависимости от изучаемых факторов.

Данные таблицы 3 показывают, что оптимальными вариантами с этих позиций является совместное внесение 15 т/га соломы и 60 кг азота при условии мелкой заделки.

**Таблица 3 - Полевой сбор сахара в зависимости от типа удобрения, ц/га
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район Белгородской области**

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	47,8	54,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	70,4	69,4
Сидерат	71,0	76,0
Солома 15 т/га	42,7	42,8
Солома + N ₁₂₀	90,0	81,1
НСП ₀₅	17,6	15,9

При этих условиях сбор сахара составляет 9 т/га. Удобрение соломой значительно, более чем в два раза уступает этой величине, а сидераты и минеральные удобрения занимают промежуточное положение с абсолютными величинами в пределах 70-75 ц/га при наименьшей существенной разнице по фактору 15,9-17,6 ц/га.

Конечным результирующим продуктом выращивания сахарной свеклы является показатель выхода «белого» сахара на заводе. Достигается это показатель путем учета всех возможных потерь, таких как потери сахара в мелассе, т.е. содержание в корнеплодах калия и натрия, которые препятствуют кристаллообразованию, вызывают пептизацию мелассы и препятствуют очистке клеточного сока и содержание «вредного», альфа-аминного азота, присутствие которого переводит сахара в недоступную для получения кристаллов форму.

Сумма потерь сахара зависит от изучаемых факторов и находится в пределах 6-11 ц/га с более высокими величинами при внесении минеральных удобрений (табл. 4).

**Таблица 4 - Общие потери сахара в мелассе в зависимости от типа удобрения, ц/га
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район Белгородской области**

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	6,4	6,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	11,2	10,8
Сидерат	8,5	9,3
Солома 15 т/га	5,8	5,9
Солома + N ₁₂₀	9,8	9,2
НСП ₀₅	2,2	2,9

При анализе всех потерь при переработке свеклосахарного сырья, мы приводим данные по теоретическим величинам получения конечного продукта, которые представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Выход «белого» сахара на заводе в зависимости от типа удобрения, ц/га
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район Белгородской области**

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	44,7	51,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	62,5	61,9
Сидерат	64,9	68,9
Солома 15 т/га	40,2	40,2
Солома + N ₁₂₀	81,1	73,6
НСП ₀₅	11,9	10,4

Как показали результаты наших расчетов, на вариантах абсолютного контроля без применения удобрений теоретический выход сахара составляет 44,7-51,1 ц/га с преимуществом глубокой обработки почвы.

Сидеральные удобрения в конечном итоге показали более высокую эффективность по сравнению с вариантами внесения минеральных удобрений. При незначительной разнице в пределах НСР уместнее говорить об имеющей место тенденции, носящей, однако, систематический характер.

Худший вариант с удобрением соломой позволил получить результат на уровне 40 ц/га сахара при практически равной эффективности способа заделки удобрительного субстрата.

Оптимальным вариантом в опыте, который может быть по результатам исследований рекомендован сельскохозяйственному производству для хозяйств с отсутствием возможности внесения органических удобрений является система удобрения, включающая в себя внесение измельченной соломы в количестве 15 т/га с одновременным внесением достаточного количества азотных удобрений для компенсации использованных почвенной биотой запасов азота. В этом случае возможно получение более 8 т/га сахара.

Библиография

1. Азаров В.Б. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения ЦЧЗ/Автореферат дисс...доктора с.-х. наук, Курск, 2004, 40 с.
3. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. - М. Колос, 1992, 223 с.
6. Гридчин В.Т. Новые технологии- первый шаг к биологическому земледелию. - Белгород. Крестьянское дело, 2012, 248 с.
9. Клостер Н.И., Азаров В.Б. Эколого-агрохимические аспекты внедрения приемов биологизации земледелия при внедрении приемов биологизации при возделывании озимой пшеницы. - В кн.: Почвозащитное земледелие в России. Курск, 2015, с. 143-145.
11. Лукин С.В. Экологические основы земледелия. Белгород. Отчий край, 2006, 288 с.
12. Постановлением Правительства Белгородской области № 14-ПП от 26 января 2015 года «О внедрении биологической системы земледелия»
14. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современном земледелии/ В.Я. Родионов. - Белгород, 2013.- 213 с.
15. Турьянский А.В. и др. Технологический регламент возделывания основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области/ А.В. Турьянский, 2012, Белгород, 687 с.

Bibliography

1. Azarov V. B. Agroecological monitoring of agricultural lands of the Central Agricultural District/Abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences, Kursk, 2004, 40 p.
3. Akulov P. G. Reproduction of fertility and productivity of chernozems. - M. Kolos, 1992, 223 p.
6. Gridchin V. T. New technologies - the first step to biological agriculture.- Belgorod. Krestyanskoe delo, 2012, 248 p.
9. Kloster N. I., Azarov V. B. Ecological and agrochemical aspects of the introduction of methods of biologization of agriculture in the introduction of methods of biologization in the cultivation of winter wheat.- In the book: Soil protection agriculture in Russia. Kursk, 2015, pp. 143-145.
11. Lukin S. V. Ecological bases of agriculture. Belgorod. Fatherland, 2006, 288 p.
12. Resolution of the Government of the Belgorod Region No. 14-PP of January 26, 2015 "On the introduction of a biological system of agriculture»
14. Rodionov V. Ya., Kloster N. I. Fertilizers in modern agriculture/ V. Ya. Rodionov.- Belgorod, 2013. - 213 p.
15. Turyansky A.V. et al. Technological regulations for the cultivation of basic agricultural crops in the Belgorod region / A.V. Turyansky, 2012, Belgorod, 687 p.

Сведения об авторах

Клостер Наталья Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-22-02 e-mail: klonata-1978@rambler.ru

Information about the authors

Natalia Kloster, candidate of agricultural Sciences, associate Professor, vice-Rector for Academic Affairs, Belgorod state agrarian UNIVERSITY, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel.+74722 39-22-02 e-mail: klonata-1978@rambler.ru

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 639.2/.3

К.С. Королева, Д.В. Ходос

ПРИОРИТЕТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Аннотация. В последние годы государственная политика стала уделять особое внимание инновационному развитию экономики страны в целом и отдельных АПК в частности. Темпы инновационного развития некоторых отраслей АПК в настоящее время недостаточны, значительная часть, используемого в отраслях АПК оборудования отличается от передовых образцов, что также объясняет низкую эффективность использования производственных ресурсов. Долгосрочная стратегия развития страны предусматривает формирование такой инновационной системы, которая позволила бы вывести наиболее стратегически важные отрасли на лидирующие позиции мирового рынка, обеспечивая их конкурентоспособность. Исходя из того, что активное внедрение инноваций позволит укрепить конкурентные преимущества отечественных производителей рыбохозяйственного комплекса АПК, усилятся и их экономический потенциал. В статье рассмотрены некоторые аспекты экономического потенциала рыбохозяйственного комплекса Ленинградской области, приведены основные приоритеты инновационного развития и обозначены проблемы, препятствующие устойчивому инновационному развитию комплекса. Рыбохозяйственный комплекс ЛО как неотъемлемый элемент в структуре АПК региона включает совокупность предприятий, осуществляющих однородные виды деятельности, связанные с рыболовством, рыбоводством и рыбопереработкой. Развитие рыбохозяйственного комплекса ЛО вносит вклад не только в экономическое развитие рассматриваемого субъекта Федерации, но и всего Северо-Западного федерального округа.

Ключевые слова: экономический потенциал, АПК, рыбохозяйственный комплекс, устойчивое развитие.

PRIORITIES OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE FISHING COMPLEX OF THE LENINGRAD REGION AND PROBLEMS OF THEIR IMPLEMENTATION

Annotation. In recent years, state policy has begun to pay special attention to the innovative development of the country's economy in general and individual agribusiness in particular. The pace of innovative development of some sectors of the agro-industrial complex is currently insufficient, a significant part of the equipment used in the agro-industrial complex industries differs from advanced models, which also explains the low efficiency of using production resources. The country's long-term development strategy provides for the formation of an innovative system that would allow the most strategically important industries to take the leading position in the world market, ensuring their competitiveness. Based on the fact that the active introduction of innovations will strengthen the competitive advantages of domestic producers of the agro-industrial complex, their economic potential will also be strengthened. The article considers some aspects of the economic potential of the fishing complex of the Leningrad Region, presents the main priorities of innovative development and identifies problems that impede the sustainable innovative development of the complex. The LO fisheries complex as an integral element in the structure of the agro-industrial complex of the region includes a set of enterprises that carry out homogeneous activities related to fishing, fish farming and fish processing. The development of the LO fisheries complex contributes not only to the economic development of the subject of the Federation under consideration, but also to the entire North-Western Federal District.

Key words: economic potential, agro-industrial complex, fisheries complex, sustainable development.

Введение. Экономический потенциал рыбохозяйственного комплекса определяется прежде всего состоянием потребления рыбы и рыбных продуктов в регионе и субъектах. Основные региональные рынки сбыта продукции предприятий рыбохозяйственного комплекса Ленинградской области сосредоточены в Северо-Западном федеральном округе. Согласно последним доступным данным официальной статистики, объем душевого потребления рыбы и рыбной продукции в регионах СЗФО заметно ниже, чем в целом по России (таблица 1) и рекомендованных Минздравом РФ норм (22 кг на человека в год) [1].

Таблица 1 - Душевое потребление рыбы и рыбной продукции в домашних хозяйствах регионов СЗФО и других округов Российской Федерации, 2017 – 2019 гг. (кг на 1 потребителя в год)

Регион	2017		2018		2019	
	кг на 1 потребителя в год	соответствие нормативам потребления рыбы и рыбной продукции*	кг на 1 потребителя в год	соответствие нормативам потребления рыбы и рыбной продукции	кг на 1 потребителя в год	соответствие нормативам потребления рыбы и рыбной продукции
Российская Федерация	21,5	-0,5	21,7	-0,3	21,9	-0,1
ЦФО	23,5	1,5	23,3	1,3	24,4	2,4
СЗФО, в т.ч.:	18,7	-3,3	18,2	-3,8	17,9	-4,1
Республика Карелия	24,9	2,9	23,8	1,8	20,9	-1,1
Республика Коми	20,3	-1,7	19,0	-3,0	19,9	-2,1
Архангельская область	24,7	2,7	26,7	4,7	24,9	2,9
Вологодская область	23,3	1,3	22,1	0,1	22,4	0,4
Калининградская область	17,2	-4,8	16,0	-6,0	16,0	-6,0
Ленинградская область	13,6	-8,4	13,2	-8,8	16,0	-6,0
Мурманская область	21,7	-0,3	21,3	-0,7	20,1	-1,9
Новгородская область	16,3	-5,7	14,8	-7,2	16,4	-5,6
Псковская область	17,9	-4,1	18,5	-3,5	17,5	-4,5
г. Санкт-Петербург	17,0	-5,0	16,5	-5,5	15,6	-6,4
ЮФО	21,2	-0,8	21,8	-0,2	22,3	0,3
СКФО	16,6	-5,4	19,1	-2,9	18,8	-3,2
ПФО	20,9	-1,1	20,6	-1,4	21,1	-0,9
УФО	21,9	-0,1	21,2	-0,8	21,0	-1,0
СФО	21,8	-0,2	22,8	0,8	23,0	1,0
ДФО	24,6	2,6	26,0	4,0	25,4	3,4

* ("+" - превышение; "-" - не соответствие нормативам)

Источник: рассчитано автором на основе данных Росстата

Изложение основного материала исследований и его обсуждение. В соответствии со Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса России до 2030 года планируется обеспечить объем товарного выращивания лососевых рыб в Северо-Западном федеральном округе до 120 тыс. тонн. Основным инструментом достижения данной задачи рассматриваются технологии индустриальной аквакультуры. При этом учитываются природные ограничения размещения аквакультурных ферм и соблюдение норм экологической безопасности. Планируется, что дополнительный объем развития товарного рыбоводства (товарной аквакультуры) в макрорегионе будет обеспечен за счет создания заводов по технологиям замкнутого водоснабжения.

В рамках с одной из проектных инициатив в рамках развития АПК региона, предполагается модернизация рыбохозяйственного комплекса, в том числе направленная на улучшение пород, обновление оборудования, совершенствование рецептуры кормов. Одна из проблем рыбохозяйственного комплекса ЛО – низкие темпы обновления основных средств и их высокая изношенность. Кроме этого, недостаточная конкурентоспособность продукции комплекса в сравнении с некоторыми регионами связана не только с объективными природными

ограничениями, но и с используемыми породами для выращивания, используемыми в основной деятельности кормами.

Выращивание товарной аквакультуры рассматривается в качестве одного из приоритетов инновационного развития рыбохозяйственного комплекса России в целом [2] и регионов Северо-Запада, в частности[3]. Регионы Северо-Запада наряду с регионами ЮФО лидируют по объемам выращивания товарной продукции аквакультуры (рисунок 2)[4].

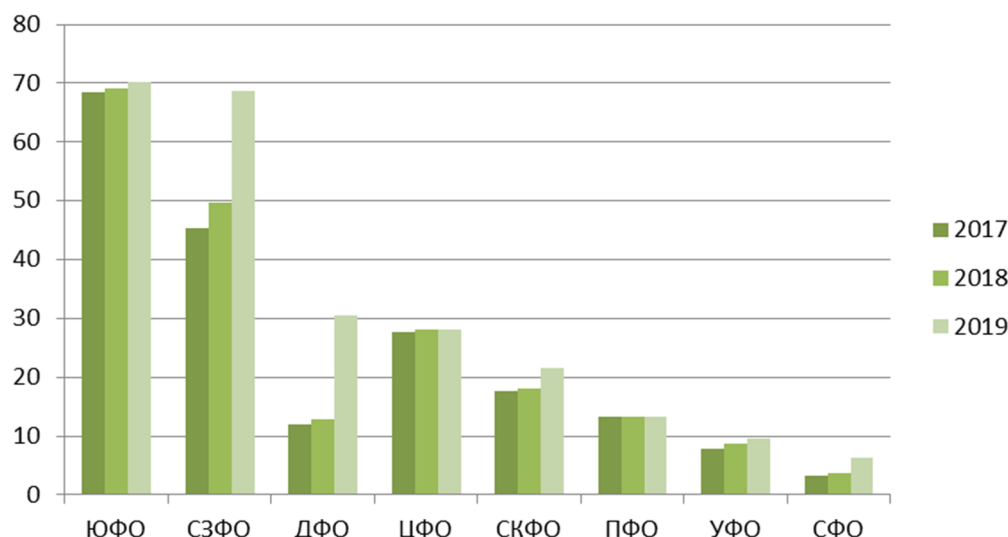


Рис. 2 – Объемы выращивания товарной аквакультуры по федеральным округам, 2017 – 2019 гг., тыс. тонн. Источник: на основе данных Департамента регулирования в сфере рыбного хозяйства и аквакультуры (рыбоводства) Министерства сельского хозяйства Российской Федерации

Регионы СЗФО лидируют и по объемам производства посадочного материала для выращивания товарных аквакультур (рисунок 3). Большая часть товарной продукции и посадочного материала в СЗФО приходится на лососевые виды рыб (атлантический лосось (семга) и форель) – 98 %[4].

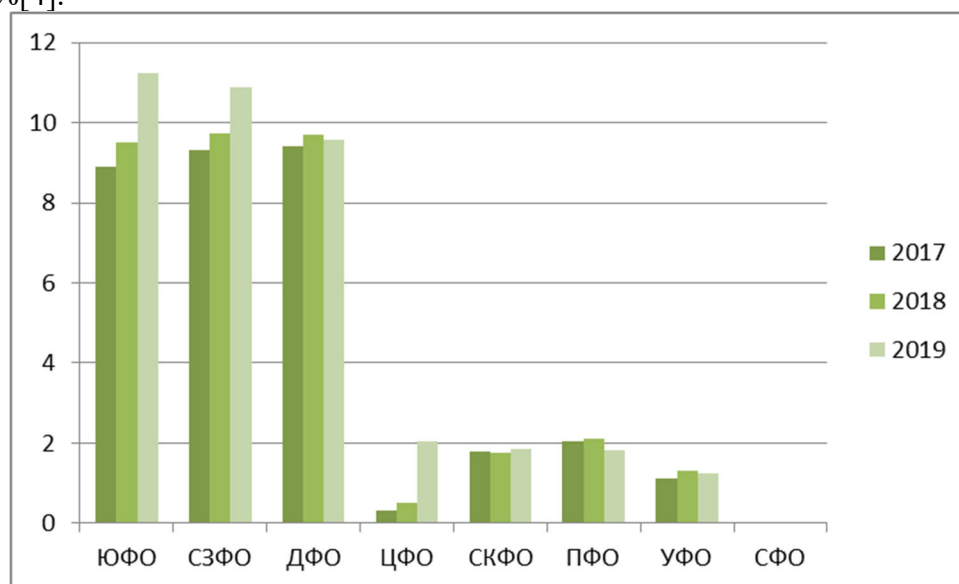


Рис.3 – Объемы выращивания посадочного материала товарной аквакультуры по федеральным округам, 2017 – 2019 гг., тыс. тонн. Источник: на основе данных Департамента регулирования в сфере рыбного хозяйства и аквакультуры (рыбоводства) Министерства сельского хозяйства Российской Федерации

Развитие товарной аквакультуры в ЛО как перспективного направления и драйвера развития рыбохозяйственного комплекса обеспечивается в том числе за счет государственной поддержки в рамках принятых региональных программ. В соответствии с программой предусмотрено финансовое обеспечение субсидий на возмещение части затрат для хозяй-

ствующих субъектов ЛО в размере 91,6 млн руб. в 2020 году и 80 млн руб. в 2021 году. В рамках государственной программы «Развитие сельского хозяйства в ЛО» оказывается широкий перечень мер государственной поддержки развития товарной аквакультуры: возмещение части затрат в связи с приобретением кормов, поддержанием племенного поголовья; поддержка начинающих субъектов предпринимательства в сфере рыбоводства; возмещение затрат на приобретение объектов основных фондов; предоставление субсидий на создание и обновление основных производственных фондов.

Развитие рыбохозяйственного комплекса ЛО осуществляется на основе частных и государственных инициатив. Организационно-экономические механизмы развития рыбохозяйственного комплекса региона разрабатываются на государственном уровне – федеральном и региональном. Одна из явных организационно-экономических проблем – проблема сопряжения многочисленных целей развития рыбохозяйственного комплекса регионов Северо-Запада и ЛО, установленных в различных документах стратегического планирования.

Например, в Стратегии социально-экономического развития Ленинградской области до 2030 года, утвержденной в 2016 году, были заданы целевые показатели в части среднегодовых объемов производства рыбы и рыбохозяйственной продукции (рисунок 4). Как видно, в период с 2019 по 2024 годы и 2025 – 2030 годы планировался динамичный прирост производства рыбы и рыбной продукции (в период с 2019 по 2024 год на 4,8 % относительно 2016 – 2018 гг; и на 6 % в период с 2025 по 2030 годы в сравнении с 2019 – 2024 гг.). Вместе с этим, обновленной Стратегией социально-экономического развития ЛО до 2030 года, принятой в декабре 2019 года, предусматривается совокупный рост объемов производства валовой продукции рыбохозяйственного комплекса ежегодно только на 2 % [5].

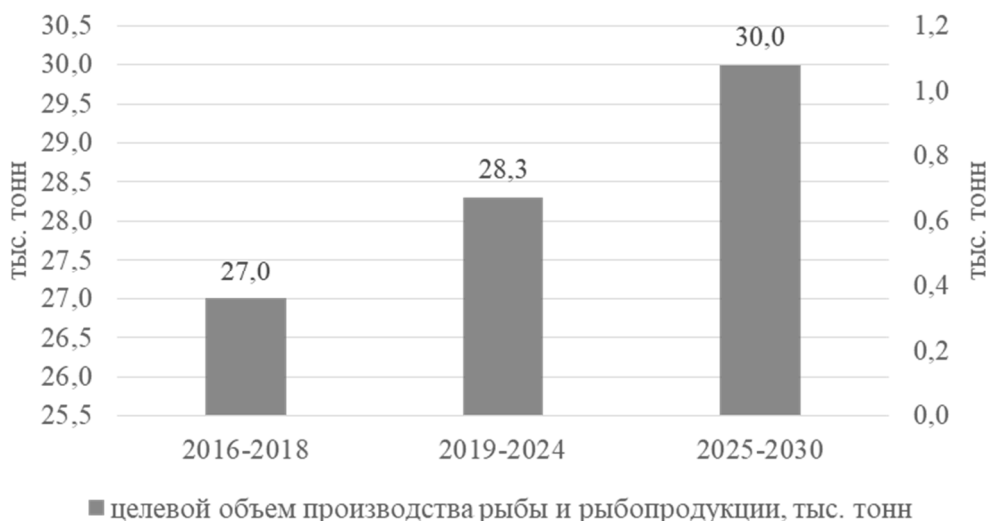


Рис.4 – Целевые показатели осуществления стратегической проектной инициативы «Продовольственная безопасность» Стратегии социально-экономического развития Ленинградской области до 2030 года в части производства рыбы и рыбохозяйственной продукции от 2016 года. Источник: на основе Стратегии социально-экономического развития Ленинградской области до 2030 года (в ред. от 2016 года)

Не вполне согласуются с заявленными целями и приоритеты развития, установленные государственной программой «Развитие СХ ЛО». В частности, указанной программой предусмотрена подпрограмма «Развитие пищевой, перерабатывающей промышленности и рыбохозяйственного комплекса» на 2018 – 2024 годы. Иными словами, можно наблюдать несоответствие уже в горизонте планирования. Данной программой предусматривалось увеличение объема вылова (добычи) водных биоресурсов до 20,7 тыс. тонн в год к концу ее реализации, что не соответствует актуальным стратегическим приоритетам, установленным в Стратегии социально-экономического развития ЛО.

Помимо поддержки субъектов хозяйствования в виде предоставления субсидий на возмещение текущих и капитальных затрат, программой предусматривалось возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях

на развитие аквакультуры и товарного осетроводства. Согласно официальным данным, данная задача не реализована в полной мере, в числе мер государственной поддержки преобладает возмещение затрат на приобретение основных средств, кормов и др [6].

Другая подпрограмма государственной программы «Развитие СХ ЛО» – «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие» имеет целью повышение эффективности и конкурентоспособности продукции хозяйствующих субъектов АПК за счет технологической модернизации производства. Основное внимание в данной программе уделено только сельскому хозяйству в ущерб инновационному развитию рыбохозяйственного комплекса, что также следует отнести к недочетам организационно-экономического механизма развития данного комплекса.

Выводы. Подводя итог проблемам развития рыбохозяйственного комплекса ЛО можно выделить факторы, сдерживающие развитие данной отрасли экономики:

- недостаток заемных средств у субъектов хозяйственной деятельности;
- нехватка оборотных средств у предприятий рыбохозяйственного комплекса;
- высокая степень износа основных фондов и низкие темпы их обновления.;
- недостаточный объем внешних инвестиций в развитие отрасли;
- недостаточное количество и низкое качество российской оплодотворённой икры отдельных видов рыб и отечественных кормов для рыб;
- низкий уровень развития инфраструктуры земельных участков, примыкающих к водным объектам;
- недостаточная работа по исследованию новых акваторий размещения дополнительных мощностей товарного производства рыбы;
- существенные инвестиционные потребности развития аквакультуры;
- нехватка стимулов для экспорта рыбной продукции;
- недостаточные кооперационные тенденции в отрасли, отсутствие таких мер поддержки как предоставление консультаций по отдельным вопросам производства рыбы.

Нестабильные значения фактических производственных показателей и наличие обширного спектра проблем РХК ЛО свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития организационно-экономических механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие отрасли.

Библиография

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания». Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения: 04.04.2021).
2. Инновации в аквакультуре, их масштабирование и передача технологий в целях повышения эффективности, борьбы с ухудшением состояния окружающей среды и адаптации к изменению климата. Комитет по рыбному хозяйству. URL: <http://www.fao.org/3/na401ru/na401ru.pdf> (дата обращения: 28.03.2021); О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 164 с.
3. О состоянии и перспективах развития аквакультуры в Северо-Западном регионе. Аквакультура России. URL: <http://aquacultura.org/news/o-sostoyanii-i-perspektivakh-razvitiya-akvakultury-v-severo-zapadnom-regione/> (дата обращения: 05.04.2021).
4. О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 5.
5. Областной закон Ленинградской области от 19.12.2019 N 100-оз "О внесении изменения в областной закон «О Стратегии социально-экономического развития Ленинградской области до 2030 года и признании утратившим силу областного закона "О Концепции социально-экономического развития Ленинградской области на период до 2025 года"» (принят ЗС ЛО 03.12.2019). КонсультантПлюс.
6. О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 51.; Сергеев В.Н. Современное состояние аквакультуры Ленинградской области. URL: <https://fishcom.org/wp-content/uploads/2020/03/sergeev-vn-sovremennoe-sostoyanie-akvakultury-lo-26.03.2020.pdf> (дата обращения: 07.04.2021).

References

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания». Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (accessed: 04.04.2021).
2. Innovatsii v akvakulture, ikh masshtabirovanie i peredacha tekhnologii v tselyakh povysheniya effektivnosti, bor'by s ukhudsheniem sostoyaniya okruzhayushchei sredy i adaptatsii k izmeneniyu klimata. Komitet po rybnomu khozyaistvu. URL: <http://www.fao.org/3/na401ru/na401ru.pdf> (data obrashcheniya: 28.03.2021); O razvitii i podderzhke akvakul'tury (rybovodstva) v Rossiiskoi Federatsii: inform. izd. – M.: FGBNU «RosinformagroteKH», 2020. – 164 p.
3. O sostoyanii i perspektivakh razvitiya akvakul'tury v Severo-Zapadnom regione. Akvakul'tura Rossii. URL: <http://aquacultura.org/news/o-sostoyanii-i-perspektivakh-razvitiya-akvakul'tury-v-severo-zapadnom-regione/> (accessed: 05.04.2021).
4. O razvitii i podderzhke akvakul'tury (rybovodstva) v Rossiiskoi Federatsii: inform. izd. – M.: FGBNU «RosinformagroteKH», 2020. p. 5.
5. Oblastnoi zakon Leningradskoi oblasti ot 19.12.2019 N 100-oz "O vnesenii izmeneniya v oblastnoi zakon «O Strategii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Leningradskoi oblasti do 2030 goda i priznanii utrativshim silu oblastnogo zakona "O Kontseptsii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Leningradskoi oblasti na period do 2025 goda"» (prinyat ZS LO 03.12.2019). Konsul'tantplyus.
6. O razvitii i podderzhke akvakul'tury (rybovodstva) v Rossiiskoi Federatsii: inform. izd. – M.: FGBNU «RosinformagroteKH», 2020. S. 51.; Sergeev V.N. Sovremennoe sostoyanie akvakul'tury Leningradskoi oblasti. URL: <https://fishcom.org/wp-content/uploads/2020/03/sergeev-vn-sovremennoe-sostoyanie-akvakul'tury-lo-26.03.2020.pdf> (accessed: 07.04.2021).

Сведения об авторах

Королева Ксения Сергеевна, аспирант кафедры экономики и организации производства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 26, тел.+7 (981) 811 21 36, e-mail: ks@gtifem.ru

Ходос Дмитрий Васильевич, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики и организации производства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 26, тел. +7 (908) 025 92 66, e-mail: hodos1@rambler.ru

Information about authors

Ksenia S. Koroleva, graduate student of the department of economics production organizations St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University), 26, av. Moscow, 190013 St. Petersburg, Russia, tel. .+7 (981) 811 21 36, ks@gtifem.ru

Dmitry V. Khodos, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of economics production organizations, St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University), 26, av. Moscow, 190013 St. Petersburg, Russia, tel. .+7 (908) 025 92 66, e-mail: hodos1@rambler.ru

УДК 332.12:316.442:304.4

И.Н. Меренкова

К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Аннотация В условиях перехода к новой человекоориентированной экономике возрастает роль человеческого капитала, как национального богатства и ресурса развития любой страны. Действенным импульсом к ускорению роста российской экономики можно считать ее структурное совершенствование, основанное на развитии сельского человеческого капитала. Поэтому особенно актуальным становится рассмотрение различных методик измерения человеческого капитала в современной парадигме развития мировой экономики. Проведенное исследование позволило выявить некоторые недостатки существующих международных методик и, прежде всего, систему показателей, слабо отражающих реальный уровень развития человеческого капитала в России. Доказано, что важным фактором, влияющим на параметры развития человеческого капитала, являются условия его формирования, которые могут одновременно увеличивать или уменьшать устойчивость, происходящих на сельских территориях процессов, и в то же время являться результатом развития человеческого капитала. Изучение различных трудов показало, что до сих пор нет единого методологического подхода к экономическим исследованиям формирования и использования сельского человеческого капитала, позволяющего объективно измерить его величину. Разработанные методики, во-первых, не всегда могут учесть все составляющие человеческого капитала, во-вторых, не затрагивают условия его накопления, а в-третьих, включают различные системы показателей, которые сложно интерпретировать при проведении анализа. Результаты таких оценок приводят к значительным расхождениям в величине человеческого капитала и соответственно невозможности принятия своевременных управленческих мер для его нормального воспроизводства. Исследуя имеющиеся проблемы при измерении человеческого капитала, установлено отсутствие необходимой системы показателей, характеризующей его количественные и качественные характеристики. В связи с этим для оценки человеческого капитала важно, чтобы показатели были информативны и количественно измерены на основе статистических данных, а для их сопоставимости необходимо использовать преимущественно относительные значения.

Ключевые слова: сельские территории, человеческий капитал, межстрановые сравнения, условия формирования человеческого капитала, измерение человеческого капитала

ON THE QUESTION OF THE MEASUREMENT OF RURAL HUMAN CAPITAL

Abstracts With the transition to a new human-oriented economy, the role of human capital as the national wealth and resource for the development of any country is growing. An effective impulse to accelerate the growth of the Russian economy can be considered its structural improvement, based on the development of rural human capital. It was therefore particularly relevant to consider various methods of measuring human capital in the current paradigm of world economic development. The study had revealed some of the shortcomings of existing international methodologies and, above all, a system of indicators that poorly reflected the real level of human capital development in Russia. It had been proved that an important factor influencing the parameters of human capital development was the conditions for its formation, which could simultaneously increase or reduce the sustainability of the processes taking place in rural territories and at the same time be the result of human capital development. A study of various works had shown that there was still no single methodological approach to economic research on the formation and use of rural human capital, which made it possible to objectively change its size. The methods developed, firstly, cannot always take into account all the components of human capital, secondly, they do not affect the conditions for its accumulation, and thirdly, they include various systems of indicators that are difficult to interpret when conducting analysis. The results of such assessments lead to significant differences in the size of human capital and, accordingly, the impossibility of taking timely management measures for its normal reproduction. Studying the existing problems in measuring human capital, the lack of the necessary system of indicators characterizing its quantitative and qualitative characteristics was established. In that connection, it was important to assess the human capital that indicators should be informative and quantified on the basis of statistics and that comparability should be based primarily on relative values.

Keywords: rural territories, human capital, cross-country comparisons, conditions for human capital formation, measurement of human capital

Введение. Вопросам развития человеческого капитала посвящено большое количество различных трудов российских и зарубежных авторов, результаты которых создают необходимую базу для его изучения. В то же время, несмотря на многоаспектный подход к проблеме, до настоящего времени не сформировалось целостное научное представление об основах развития человеческого капитала с учетом происходящих трансформационных процессов, не в полной мере проведены теоретико-методологические исследования данного феномена в системе сельских территорий.

Качественные и количественные характеристики человеческого капитала, являясь основной эффективной экономической деятельностью, задают вектор социально-экономического развития, способствуя сохранению территориальной целостности любого государства. Поэтому возможность выхода сельских территорий на более высокий уровень развития во многом предопределена величиной человеческого капитала их населения.

В условиях перехода к новому технологическому укладу и повышению роли человеческого капитала с его внутренней способностью к креативности и созданию инноваций, а также ввиду структурных изменений в экономике, произошло смещение исследований ученых на его качественные характеристики. Наряду с другими странами Россия находится в процессе перехода к новой человекоориентированной экономике с учетом ее сравнительных преимуществ. Поэтому действенным импульсом к ускорению роста сельской экономики является определение места России в мировом рейтинге стран по формированию и использованию человеческого капитала и поиск путей превращения его в социальный фактор развития сельских территорий.

Несмотря на проработанность теоретических основ формирования и использования человеческого капитала, до сих пор остаются нерешенными вопросы, связанные с его измерением, так как уровень проведения оценки страны, региона, муниципального образования, предприятия требует использования принципиально различных методик и отобранных индикаторов, что предполагает дифференциацию исследовательских задач и разработку специфических инструментов измерения, особенно на уровне сельских муниципальных образований [2].

Наиболее сложной проблемой при проведении измерения человеческого капитала в сельской местности является отсутствие показателей, учитывающих особенности его формирования и использования, что, прежде всего, связано с информационной «непрозрачностью» данных. Кроме того, для оценки важны показатели, характеризующие качественные характеристики сельского человеческого капитала.

Изложение основного материала исследований и его обсуждение. Фундаментальные изменения в социально-экономической жизни общества на рубеже XX–XXI вв. обусловили социально-экономические трансформации, происходящие в результате интеллектуализации хозяйственной деятельности, признании человеческого капитала основным фактором производства и важнейшим показателем уровня развития стран.

Однако, в России человеческий капитал пока еще не является значимым инструментом для достижения стабильного экономического роста страны [1], поскольку в настоящее время его доля в структуре валового национального продукта (ВВП) составляет лишь порядка 50%. По качеству человеческого капитала страна занимает 57 место в мире. 17 лет назад – занимала 23 место. Более объективно понять сложившуюся ситуацию возможно, если рассмотреть особенности условий формирования человеческого капитала, свойственные России.

В первую очередь, следует отметить, что страна сохранила свое положение в группе наиболее образованных. Уровень грамотности россиян находится на высоком уровне (99,9% от всего населения страны в возрасте от 9 до 49 лет); удельный вес обучающихся на третьей ступени образования (послевузовское) составляет порядка 62%, что сопоставимо с уровнем развитых стран. Однако, при этом все более усиливается «перекосяк в образовательной структуре трудовых ресурсов в сторону подготовки специалистов для сферы экономики и юриспруденции, при нехватке инженеров и техников по установке и наладке оборудования, требующего новых технологий» [10].

Как показывает мировой опыт, обеспечение приоритетного накопления человеческого капитала – прерогатива развитых государств. При этом большая часть стран не способна обеспечить инвестирование в человека в достаточном объеме. Отставания российского человеческого капитала от уровня наиболее развитых стран является довольно низким уровнем его финансовой поддержки. Так, доля расходов на образование и здравоохранение, оказывающих непосредственное влияние на человеческий капитал и потенциально способных в среднесрочной перспективе конвертироваться в экономический рост, в России остается

весьма низкой. Если в высокоразвитых странах расходы на образование в последние годы составляли от 5,0% и более, то в России всего лишь порядка 3,8%; расходы на здравоохранение были, соответственно, от 9,2 до 16,8% в наиболее развитых странах и порядка 5,0% - в России. Кроме того, по численности сотрудников, занятых исследованиями и разработками, Россия занимает 90-ое место в мире, а по удельному весу расходов на НИОКР в ВВП – только 290-е место. При этом главной проблемой развития сектора НИОКР является то, что «традиционные отраслевые ВУЗы и НИИ находятся вне рынков, на которых концентрируются заказчики инновационных технологий [10].

Безусловно, связь уровня развития человеческого капитала с получаемыми доходами важна. В связи с этим рассмотрим показатели размера среднемесячной заработной платы населения в странах мира. Здесь сразу следует сделать оговорку, что они рассчитываются на основании данных о сумме начисленных доходов до уплаты государственных налогов, социальных сборов и выплат. По факту, денежные выплаты, получаемые населением на руки, на 10,0–40,0% меньше [11].

Согласно рейтингу, на первом месте находится Швейцария с показателем 5426 долл. на 1 человека, США оказались на 9 месте (2835 долл.). Половина из ранее рассмотренных стран (Япония, Германия, Великобритания, Канада, Южная Корея, Франция) расположились в интервале между 13 и 24 местами с показателями от 2122 долл. до 2496 долл. Все эти страны входят в группу с высоким уровнем заработной платы (более 2032 долл.), включающей 26 государств.

Группа со средним уровнем заработной платы представлена 16 государствами со среднедушевой заработной платой от 1016 до 2032 долл. в месяц. В нее вошли Австрия, Италия, Испания, Кипр, ЮАР и другие государства. Из изученных выше государств в эту группу не попало ни одно. При этом многие рассмотренные ранее страны имеют низкий уровень заработной платы (менее 1015 долл.) – это Китай, Россия, Мексика, Казахстан, Беларусь. замыкает рейтинг Зимбабве с показателем 21 долл. на человека.

Как мы видим, условия формирования человеческого капитала в странах существенно различаются, а ситуация на мировой арене неустойчива и далека от стабильности.

В настоящее время человеческий капитал, как количественная оценка экономической ценности совокупности навыков населения отдельной страны, измеряется тремя разными международными организациями (Всемирным банком, Организацией Объединенных Наций и Всемирным экономическим форумом). Следует отметить, что международные организации используют различные методики для определения индексов, отражающих достигнутый уровень развития человеческого капитала, поэтому место стран в рейтинге существенно колеблется (рис. 1).

По результатам всех подсчетов Россия входит в группу стран с высоким уровнем человеческого капитала, занимая по различным оценкам от 16 до 43 места в мире. Однако, на наш взгляд, рейтинг России по индексам человеческого капитала (развития) не отражает реальную ситуацию в стране, что связано с особенностями используемых методик оценки и тем, что на основе отобранных для расчетов показателей провести адекватную оценку человеческого капитала невозможно.

В частности, по методике Всемирного банка, достоинством которой является учет показателей по двум сферам – образование и здравоохранение, расчет построен на использовании прогнозных данных, а также показателях, слабо отражающих реальный уровень развития человеческого капитала в странах [8].

Стоит отметить, что в этой методике использован значимый для оценки человеческого капитала показатель, по которому Россия вошла в десятку лидеров, – результаты тестирования по международным и региональным программам оценки образовательных достижений учащихся. Но при этом его высокое значение ставится под сомнение, поскольку по результатам других международных сопоставительных исследований (PISA) около 20% выпускников средней школы в России показывают результаты ниже порогового уровня функциональной грамотности.

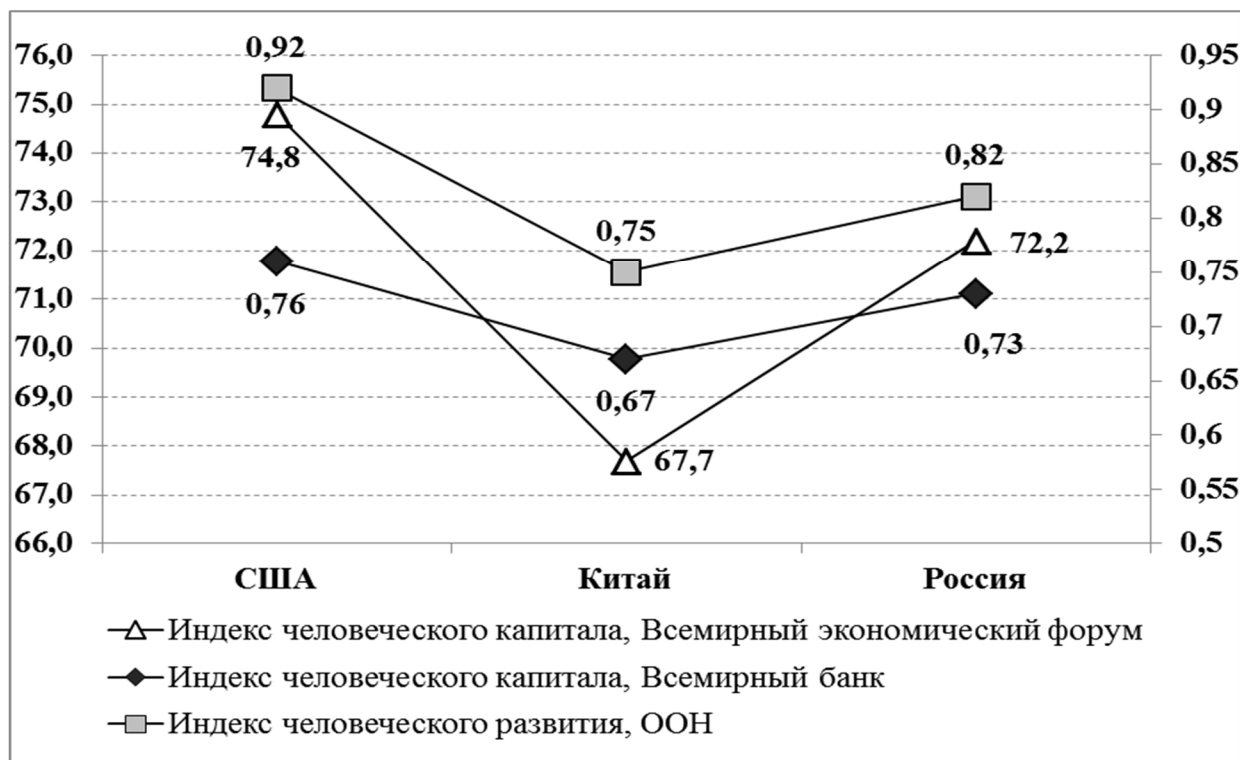


Рис. 1 - Сопоставление индексов человеческого капитала (развития), рассчитанных различными международными организациями в 2018 г.

Согласно методике ООН, для расчета индекса человеческого развития используются такие общедоступные показатели, как: ожидаемая продолжительность жизни при рождении; среднее количество лет, потраченных на обучение; ожидаемая продолжительность обучения; величина ВВП на душу населения по паритету покупательной способности в долларах США. Эти показатели также не позволяют оценить непосредственно человеческий капитал стран. А высокие позиции России в рейтинге стран во многом объясняются доступностью в ней образования и продолжительным обучением (хотя в стране даже высшее образование стало социальной нормой, не отражающей уровень знаний и навыков выпускников), а также достаточно высокой величиной ВВП на душу населения, по факту не характеризующей способность населения достигать высокий уровень жизни.

Что касается методики Всемирного экономического форума, для использования которой подобрано большое количество данных из открытых общедоступных источников, информация от международных организаций и учтено мнение экспертов в области развития, то высокий рейтинг России объясняется, в первую очередь, значительным уровнем образованности людей и низкими значениями показателей безработицы и неполной занятости. Однако, как показывает российская действительность, эти данные далеки от реальности. Поэтому приходим к выводу, что результаты расчетов международных организаций не показывают объективное положение дел с национальным человеческим капиталом в России.

В соответствии с оценками международных организаций Российская Федерация обладает высоким уровнем человеческого капитала. Однако, по имеющимся данным, эта информация не вполне отражает объективную реальность. И, на наш взгляд, более объективно оценить состояние российского национального капитала возможно, если анализировать его уровень для каждого региона в отдельности, учитывая, что социально-экономическая и демографическая ситуация, уклад жизни в регионах страны совершенно различен, а значит, уровень развития человеческого капитала отличается от региона к региону [6].

Происходящие в настоящее время мировые трансформационные процессы повлияли и на Россию. Особенно остро это проявляется в сельской местности, где наблюдаются существенные диспропорции в уровне спроса и предложения на сельском рынке труда,

низкий уровень развития инфраструктуры, инвестиционная непривлекательность, что в совокупности ограничивает развитие сельского человеческого капитала [7].

В последние годы в сельскохозяйственной отрасли, являющейся базой для развития сельских территорий, наблюдается существенный рост [3,5]. Однако это не позволило решить проблемы социально-экономического развития села, а вопросы безработицы и сельской бедности до сих пор остаются острыми, что в совокупности ограничило нормальное воспроизводство сельского человеческого капитала. Сложившиеся на сельских территориях неудовлетворительные условия жизни, во многом предопределяющие уровень образованности и культуры местного населения, их физическое и моральное здоровье [4], продолжают оказывать негативное влияние на формирование сельского человеческого капитала.

Несмотря на то, что сельское хозяйство, являясь, по своей сути, жизнеобеспечивающей отраслью народного хозяйства, оно не предоставило сельским жителям рабочие места и не дало необходимого импульса развитию экономике, о чем свидетельствует низкий уровень доходов сельского населения по сравнению с городом. Разница существенна и составляет 67,0%, по соотношению с прожиточным минимумом - 1,8 раза. При этом основным источником доходов населения продолжает оставаться заработная плата, которая занимает около 60% в структуре доходов.

Исследования показали, что доля расходов на покупку продуктов сельскими жителями значительно превышает уровень аналогичных расходов городского населения. Наряду с этим, сократились расходы на покупку непродовольственных товаров и услуг, что свидетельствует о снижении уровня жизни населения.

На сельских территориях Российской Федерации сохраняется сложная демографическая ситуация в связи с депопуляцией населения и низким миграционным приростом (таблица 1), что, в первую очередь, связано с отсутствием благоприятных условий для проживания. Рассматривая сложившиеся демографические и миграционные условия в сельской местности, отметим, что естественная убыль населения (на 1000 человек) увеличилась до -2,4. Однако, при этом возросла ожидаемая продолжительность жизни (на 3 г., до 71 года) и сократилась миграционная убыль в сельской местности (с -166,6 до -46,5).

Анализ социальных условий формирования человеческого капитала показал, что в сфере здравоохранения повысилась обеспеченность сельского населения врачами (с 49,4 до 51,2 чел. на 10 тыс. населения) и средним медицинским персоналом (с 54,2 до 60,5 чел. на 10 тыс. населения). При этом снизилась мощность амбулаторно-поликлинических организаций (на 30 посещений в смену). В сфере образования повысилась обеспеченность детей детскими садами (с 43,8 до 48,2%), хотя она остается довольно низкой. Выросло число учащихся в школах – с 116 до 132 чел., что связано с проводимой политикой оптимизации государственных учреждений.

В сфере культуры сократилась обеспеченность селян культурно-досуговыми учреждениями (с 171 до 154 мест на 1 тыс. жителей), снизилось число пользователей библиотечным фондом (с 16,8 до 15,8 млн чел.). В сфере спорта увеличилась доля селян, систематически занимающихся физкультурой – с 19,8 до 29,9%. Что касается инфраструктурных условий формирования сельского человеческого капитала, то в целом они улучшились. При этом общая площадь сельского жилищного фонда, оборудованная всеми видами благоустройства, выросла лишь до 32,6% (с 24,8%).

Все это свидетельствует о том, что на сельских территориях по-прежнему остаются условия, сдерживающие развитие человеческого капитала селян, но в то же время наметились и позитивные тенденции [9].

Таблица 1 – Социально-экономические условия формирования сельского человеческого капитала в России

Показатели	Годы						Откл. 2018 г. к 2009 г.
	2009	2010	2013	2014	2017	2018	
Удельный вес сельского населения в общей численности, %	26,5	26,4	26,0	25,8	25,7	25,6	-0,9
Коэффициент естественного движения населения, промилле	-0,1	0,0	-0,1	-1,6	-2,0	-2,5	-2,4
Уровень сельской занятости населения, %	61,4	63,0	63,4	62,1	62,3	62,2	0,8
Общая площадь, приходящаяся на 1 человека, м ² .	23,4	24,0	24,7	25,0	26,6	26,9	115,0
Площадь сельского жилищного фонда, оборудованная всеми видами коммуникаций, %	24,8	26,0	28,4	30,8	31,5	32,6	7,8
Удельный вес ветхого и аварийного жилья в общей площади жилищного фонда, %	4,9	4,9	4,8	4,3	4,2	4,1	-0,8
Доля автомобильных дорог общего пользования местного значения, отвечающих нормативам, %	56,5	55	56,1	56,6	53,2	52,8	-3,7
Количество врачей на 10000 человек населения, чел.	49,4	49,8	49,6	50,1	50,1	51,2	103,6
Обеспеченность больничными койками на 10000 чел. населения, ед.	109,2	107,2	98,6	96,8	95,2	94,2	86,3

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что существующие проблемы на селе и трудности в измерении человеческого капитала присутствуют, как на межстрановом уровне, что подтверждается наличием различных методик и разными результирующими показателями, так и на уровне стран, регионов, а особенно муниципальных образований. Существующие методические подходы к оценке сельского человеческого капитала, зачастую не могут учесть все его структурные элементы. Поэтому, в таких случаях приходится применять различные опосредствованные методики, что в свою очередь значительно усложняет и замедляет весь процесс. Однако и это не является самой большой проблемой применяемых оценок. Несомненно, отсутствие необходимой статистической информации для проведения исследований на уровне сельских муниципальных образованиях, а также условий для ее сбора, обработки и учета является самым главным препятствием при измерении человеческого капитала.

Поэтому, информационной базой измерения человеческого капитала может выступать комплексная система количественных (статистических) социально-экономических показателей, включающих данные по основным его составляющим. Кроме этого, для обеспечения оценки качественных характеристик человеческого капитала сельских территорий необходима система показателей, которая будет формироваться на основе диагностических карт (анкет), и алгоритм ее практического применения, что позволит выявлять негативные процессы и применять меры по их нивелированию.

Наряду с этим важно проводить комплексную оценку сельского человеческого капитала, базирующуюся на определении его уровня и степени сложившихся условий для его развития. Для этого необходимо отбирать показатели, сформированные, с одной стороны, на основе результатов экспертной оценки, позволяющей выявить на сельских территориях уровень человеческого капитала, а, с другой, - за счет имеющейся статистической информации для оценки условий формирования человеческого капитала этой же территории. Сравнение значений полученных оценок даст возможность выделить различные сочетания уровня развития человеческого капитала и степени сформированности условий, что позволит предоставить для выявленных групп подробную характеристику, отражающую преимущества, недостатки и условия формирования человеческого капитала, а также предложить направления и мероприятия по дальнейшему развитию той или иной сельской территории

Заключение. Представлены межстрановые сравнения условий формирования и развития человеческого капитала на примере США, Китая и России, и сделан вывод о том, что, сложившийся высокий рейтинг России не отражает реальный уровень развития человеческо-

го капитала в стране. Прежде всего, это связано с особенностями используемых методик оценки, в которых не всегда учитываются условия формирования человеческого капитала, часть показателей являются прогнозными, а другие рассчитываются только экспертным путем, статистические данные не всегда транспарентны и достоверны. Определены тенденции развития человеческого капитала сельских территорий России: сохранение депопуляционных процессов и старение сельского населения; перекося в образовательной структуре трудовых ресурсов; низкий уровень финансовой поддержки воспроизводства человеческого капитала, миграционное движение квалифицированных кадров; высокий уровень грамотности; значительный удельный вес обучающихся на третьей ступени.

Несмотря на то, что отечественная и зарубежная теория и практика располагают значительным количеством методов и методик оценки человеческого капитала, в настоящее время не выработано единого концептуального и методологического подходов к его измерению на уровне сельских муниципальных образований, за исключением нескольких субъектов, которые анализируют отдельные показатели социальной сферы. Имеющиеся методики основываются на общедоступных показателях для регионального уровня и не позволяют объективно оценить реальную величину человеческого капитала на сельских территориях.

Библиография

1. Валентей С.Д. Накопление общественного богатства: Россия на фоне общемировых тенденций / С.Д. Валентей, Л.И. Нестеров. – М.: ИЭ РАН., 1999. – 42 с.
2. Гурбан И.А. Системная диагностика человеческого капитала регионов России: методологический подход и результаты оценки / И.А. Гурбан, А.Л. Мызин // Экономика региона. – 2012. – № 4. – С. 32-39.
3. Добрунова А.И. Основные направления жизнеобеспечения населения сельских территорий / А.И. Добрунова. – Белгород, 2019. – 151 с.
4. Добрунова А.И. Сущность, экономические условия и факторы формирования системы жизнеобеспечения на сельских территориях / А.И. Добрунова / Российский экономический интернет-журнал. – 2020. – № 3. С.11. – Режим доступа: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/135/135896db8631b6e2b42a9ec1334bc1dd.pdf>
5. Добрунова А.И. Формирование системы жизнеобеспечения сельского населения / А.И. Добрунова. – Белгород: Изд-во: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2020. – 355 с.
6. Забелина О.В. Человеческий капитал региона: проблемы сущности, структуры и оценки / О.В. Забелина, Т.М. Козлова, А.В. Романюк, // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО – 2013. – № 4. – С. 59-64.
7. Закшевский В.Г. Измерение и мониторинг человеческого капитала сельских территорий / В.Г. Закшевский, И.И. Новикова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2020. – № 4 (61). – С. 3-11.
8. Закшевский В.Г. Методические подходы к измерению человеческого капитала сельских территорий / В.Г. Закшевский, З.В. Гаврилова // Продовольственная политика и безопасность. – 2019. – Том 6., № 4. – С. 203-218.
9. Меренкова И.Н. Социально-ориентированное развитие сельских территорий: проблемы и пути решения / И.Н. Меренкова, О.Ю. Савенкова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9-1. – С. 156-159.
10. Степченко, Н.А. Развитие человеческого капитала в условиях глобализации мировой экономики / Н.А. Степченко. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-chelovecheskogo-kapitala-v-usloviyah-globalizatsii-mirovoy-ekonomiki> (дата обращения: 12.04.2021)
11. The World Bank Working for a World Free of Poverty [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/poverty> (дата обращения: 12.05.2021)

References

1. Valentej S.D. Nakoplenie obshchestvennogo bogatstva: Rossiya na fone obshchemirovyh tendencij [Accumulation of public wealth: Russia against the background of global trends] / S.D. Valentej, L.I. Nesterov. – M.: IE RAN., 1999. – 42 s.
2. Gurban I.A. Sistemnaya diagnostika chelovecheskogo kapitala regionov Rossii: metodologicheskij podhod i rezul'taty ocenki [Systematic diagnosis of human capital of Russian regions: methodological approach and evaluation results] / I.A. Gurban, A.L. Myzin // Ekonomika regiona. – 2012. – № 4. – S. 32-39.
3. Dobrunova A.I. The main directions of life support for the population of rural areas / A.I. Dobrunova. – Belgorod, 2019. – 151 p.
4. Dobrunova A.I. Essence, economic conditions and factors of the formation of the life support system in rural areas / A.I. Dobrunova / Russian Economic Internet Journal. – 2020. – No. 3. – P.11. – Access mode: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/135/135896db8631b6e2b42a9ec1334bc1dd.pdf>

5. Dobrunova A.I. Formation of the life support system for the rural population / A.I. Dobrunova. – Belgorod: Publishing house: FGBOU VO “Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin”, 2020. – 355 p.
6. Zabelina O.V. Chelovecheskij kapital regiona: problemy sushchnosti, struktury i ocenki [Human capital of the region: problems of entity, structure and valuation] / O.V. Zabelina, T.M. Kozlova, A.V. Romanyuk, // *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO* – 2013.– № 4. – S. 59-64.
7. Zakshevskij V.G. Izmerenie i monitoring chelovecheskogo kapitala sel'skih territorij [Measurement and monitoring of human capital in rural territories] / V.G. Zakshevskij, I.I. Novikova // *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve*. – 2020. – № 4 (61). – S. 3-11.
8. Zakshevskij V.G. Metodicheskie podhody k izmereniyu chelovecheskogo kapitala sel'skih territorij [Methodological approaches to the measurement of human capital in rural territories] / V.G. Zakshevskij, Z.V. Gavrilova // *Proizvod'stvennaya politika i bezopasnost'*. – 2019. – Tom 6., № 4. – S. 203-218.
9. Merenkova I.N. Social'no-orientirovannoe razvitie sel'skih territorij: problemy i puti resheniya [Socio-oriented rural development: problems and solutions] / I.N. Merenkova, O.YU. Savenkova // *Fundamental'nye issledovaniya*. – 2015. – № 9-1. – S. 156-159.
10. Stepchenko, N.A. Razvitie chelovecheskogo kapitala v usloviyah globalizatsii mirovoj ekonomiki [Human capital development in a globalizing world economy] / N.A. Stepchenko. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-chelovecheskogo-kapitala-v-usloviyah-globalizatsii-mirovoy-ekonomiki> (data obrashcheniya: 12.04.2021)
11. The World Bank Working for a World Free of Poverty [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/poverty> (data obrashcheniya: 12.05.2021)

Сведения об авторах

Меренкова Ирина Николаевна, доктор экономических наук, доцент, заведующий отделом управления АПК и сельскими территориями НИИЭОАПК ЦЧР - филиал ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», ул. Серафимовича, д. 26 а, г. Воронеж, Россия, 394042; преподаватель кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79515544841, e-mail: upr-nii@yandex.ru

Information about authors

Merenkova Irina Nikolaevna, doctor of economical sciences, docent, head of the Dept. of Management of Agro-Industrial Complex and Rural Territories RIEOAIС of CBER – branch of FGBSI «Voronezh FASC named after V.V. Dokuchaev», Serafimovicha str., 26A, Voronezh, Russia, 394042; lecturer of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, т. +79515544841, e-mail: upr-nii@yandex.ru

УДК 332.14:31

Е.А. Пархомов

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ

Аннотация Переход к новой парадигме устойчивого развития связан с усилением интереса к вопросам пространственного развития. Поэтому для России, в связи с изменением внешнеполитических условий и макроэкономических факторов возрастает роль оценки пространственной локализации сельских территорий с учетом их территориальных особенностей и различий по экономическим, природно-географическим, социально-демографическим и другим факторам. Комплексное использование пространственно-территориального подходов к изучению сущности локальных сельских территорий, показало их пространственную привязанность к местным условиям и ориентацию на собственные источники развития. Локальность накладывает ограничения для сельских жителей по доступу к различным услугам, сокращает возможности для получения доходов и ведения на территории разнообразных видов экономической деятельности, что становится барьером для развития территории в целом. В связи с тем, что сельские территории по административно-территориальному признаку идентифицируются как сельские муниципальные образования, как по формальным (административно-территориальным), так и неформальным границам (интенсивность и насыщенность взаимосвязей внутри сельской экономики), то определены и систематизированы критерии их пространственной локализации и предложены показатели, характеризующие локальную специфику сельских районов Белгородской области. В результате проведенной оценки пространственной локализации сельских территорий определены 3 группы сельских районов с различной степенью локализации. В 1 группу (низко локализованные) вошло 9 районов, во 2 группу (умеренно локализованные) – 7 районов и в 3 группу (высоко локализованные) – 5 районов Белгородской области, что свидетельствует о сложном пространственном устройстве региона. Такая оценка выявит не только особенности пространственного развития сельских территорий, но и проблемные зоны их пространственной локализации, что позволит проводить корректировку сельской политики органами власти всех уровней, но, прежде всего, муниципальными.

Ключевые слова: сельские территории, локальность, критерии и показатели оценки локализации, степень пространственной локализации, рейтинг сельских территорий с учетом пространственной локализации

SPATIAL LOCALIZATION OF RURAL TERRITORIES: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF EVALUATION

Abstract. The shift to a new sustainable development paradigm is linked to increased interest in spatial development. Therefore, for Russia, due to changes in foreign policy conditions and macroeconomic factors, the role of assessing the spatial localization of rural territories is increasing, taking into account their territorial characteristics and differences in economic, natural-geographical, socio-demographic and other factors. The integrated use of spatial-territorial approaches to the study of the essence of local rural territories showed their spatial attachment to local conditions and orientation to their own sources of development. Locality imposes restrictions on rural residents in accessing various services, reduces opportunities for income generation and entry into a variety of economic activities, which becomes a barrier to the development of the Territory as a whole. Due to the fact that rural territories are identified on an administrative-territorial basis as rural municipalities, both on formal (administrative-territorial) and informal borders (intensity and saturation of relationships within the rural economy), criteria for their spatial localization are identified and systematized and indicators are proposed that characterize the local specificity of rural territories of the Belgorod region. As a result of the assessment of the spatial localization of rural territories, 3 groups of rural territories with different degrees of localization were identified. 1 group (low localized) included 9 districts, 2 group (moderately localized) - 7 districts and 3 group (highly localized) - 5 districts of the Belgorod region, which indicates a complex spatial structure of the region. Such an assessment will reveal not only the features of the spatial development of rural territories, but also the problem zones of their spatial localization, which will allow the adjustment of rural policy by authorities at all levels, but, above all, by municipal authorities.

Keywords: rural territories, locality, criteria and indicators of localization assessment, degree of spatial localization, rating of rural territories taking into account spatial localization.

Введение. Происходящие в последние годы изменения в стратегическом планировании в Российской Федерации, а также существенная трансформация внешнеполитических условий и макроэкономических факторов стимулируют усиление интереса к пространственному развитию России, как на теоретико-исследовательском уровне, так и на уровне практи-

ческого применения для отдельных регионов [5]. Не менее важным является необходимость понимания пространственного развития на уровне муниципальных образований, связанного с пространственной локализацией территориальных систем.

Однако, в последние годы, несмотря на усиление внимания к проблеме устойчивого развития сельских территорий, вопросы их пространственной локализации не нашли должного отражения на теоретическом и методологическом уровнях. Значительная пространственная рассредоточенность сельского населения и агропромышленного производства, обусловленная спецификой хозяйствования, социально-экономические и административные барьеры, сдерживающие функционирование сельских муниципальных образований, обрекают сельские территории на снижение инвестиционной привлекательности и, в целом, становятся одной из причин общего торможения их развития [2,11].

Очевидно, что сложившаяся серьезная ситуация на селе требует усиленного внимания к переосмыслению имеющихся проблем и созданию необходимых условий, направленных на достижение эффективного развития сельского сообщества [1,3], что возможно на основе диагностики устойчивого развития сельских территорий с учетом их пространственной локализации. Решить эту задачу без объективной оценки практически невозможно.

В то же время наряду с наличием фундаментальных подходов к исследованию пространственного развития, можно указать на отсутствие системных теоретико-методических представлений об оценке пространственной локализации сельских территорий как комплексной экономической категории. По-прежнему дискуссионными и малоизученными остаются вопросы, связанные с углубленными исследованиями с позиций системного подхода особенностей, факторов и критериев анализа пространственной локализации [6]. В связи с этим проведение и результаты такой оценки позволят повысить обоснованность принимаемых управленческих решений по вопросам социально-экономического развития отдельных сельских муниципальных образований и региона в целом, учитывающих их пространственную организацию.

Изложение основного материала исследований и его обсуждение. С появлением нормативно-правового обеспечения реализации процессов стратегического развития в России, сформированного в ФЗ №172-ФЗ от 28.06.2014 г. «О стратегическом планировании в Российской Федерации», пространственное развитие определено как выбор приоритетов, целей и задач регионального развития, ориентированных на сохранение устойчивости системы расселения на территории страны [15].

Переход к новой парадигме устойчивого развития свидетельствует об опережении темпов пространственных трансформаций по сравнению с отраслевыми, структурными и функциональными изменениями, происходящими на сельских территориях, поэтому, научные представления о содержании пространственной локализации эволюционируют по мере углубления общественных трансформаций [4, 9].

На сельских территориях локальность возникает в результате повышенной плотности социально-экономических связей и во многом является причиной специфического протекания территориальных социально-экономических процессов [8]. Она предопределяет наличие априорных моделей интерпретации и способов взаимодействия, и формируется на основе устойчивой совокупности социально-психологических установок населения и общих «правил игры».

По отношению к сельским территориям локальность накладывает ограничения для населения по доступу к различным объектам инфраструктуры, сокращает возможности для получения доходов и организации на территории диверсифицированной экономики, что в итоге становится значительным барьером для улучшения качества жизни сельских жителей и социально-экономического развития территории в целом [13]. Данные ограничения следует учитывать при осуществлении оценки развития сельских территорий в условиях пространственной локализации.

Большинство ученых под «локальной территорией» подразумевают территорию в пределах административных границ муниципального образования. Также локальная терри-

тория может быть определена как территория одного или нескольких муниципальных образований, являющаяся наименьшей самостоятельной единицей социально-экономического пространства, границы которого определяются на основе ряда факторов пространственной локализации.

Огромное значение имеет пространственная локализация сельских территорий, значимым фактором возникновения которой является отраслевая и территориальная структура хозяйства, привязанная к местным условиям, и ориентация, прежде всего, на собственные источники развития [12].

На наш взгляд, необходимо учитывать следующие критерии пространственной локализации сельских муниципальных образований:

- удаленность локальной территории от точек роста. Существует четкая зависимость между удаленностью сельской территории относительно центра (федерального, областного, районного) и темпами ее социально-экономического развития: как правило, чем больше расстояние, тем медленнее темпы роста экономических показателей сельских муниципальных образований. Иногда выделяют муниципальные территории ближнего (расстояние между которыми по дорогам не превышает 30 км), среднего (расстояние в пределах 30-60 км) и дальнего пояса (расстояние более 100 км).

- численность населения территории и направленность миграционных потоков. Эти критерии находятся в значительной зависимости от предыдущего. Один из мощных локальных миграционных потоков связан с переселением сельских жителей в близлежащие города, часто осуществляются миграционные перемещения селян из малонаселенных пунктов в более крупные, отличающиеся высокой активностью экономической деятельности и развитой инфраструктурой. Определенное влияние на направленность миграционных потоков имеют этническая, хозяйственная и природная специфика территорий, исторически сложившиеся связи, управленческие решения и т.д.

- плотность и сложность социального взаимодействия. В местных человеческих сообществах, которыми, по сути, и являются сельские муниципальные образования, формируются специфические характеристики локального социального капитала территории, а плотность локальных межчеловеческих связей остается довольно высокой. Это связано с тем, что на протяжении многих поколений местное население живет рядом и взаимодействует друг с другом, что приводит к появлению «социальных сетей», которые при правильной работе обеспечивают решение многих социальных и экономических задач селян. При этом плотность проживания сельского населения на территории также является важным фактором локализации.

- возможности трудоустройства на территории проживания. Условия для реализации накопленного трудового потенциала сельских жителей на локальной территории значительно различаются. Так, в сельских муниципальных образованиях с низкой локализацией, как правило, создаются необходимые рабочие места, обеспечиваются средние уровни занятости и доходов сельского населения. А на территориях с высокой локализацией возможности трудоустройства селян вблизи места жительства остаются крайне ограниченными, здесь рост незанятого населения повышает социальную напряженность, конфликтность, а зачастую и уровень преступности.

- активность экономической деятельности на локальной территории. В сельских муниципальных образованиях активность и результативность экономической деятельности населения находится в существенной зависимости от территориальной близости к крупным городам [10]. Чем крупнее город, тем шире пригородная зона повышенной плотности сельского населения и экономической активности в сельской местности.

Учитывая изложенные выше критерии пространственной локализации муниципальных образований, проведем оценку локализации сельских территорий как меры изолированности того или иного муниципального образования. Сначала определимся с системой показателей для данной оценки [14].

Одним из основных факторов, влияющим на степень локализации той или иной

территории является географическое размещение экономической деятельности, которое в свою очередь можно оценить через определение расстояния от локальной территории до социально-экономического центра муниципального образования (региона) (км). В настоящее время данный показатель используется при проведении макроэкономических исследований района, т.к. замедление темпов социально экономического развития территории происходит в соответствии с увеличением ее удаленности от центра.

Еще одним показателем, который характеризует локализацию в ее социальном контексте можно назвать плотность населения на территории муниципального образования (чел/км²). Его использование объясняется тем, что населения является базовой главной производительной силой общества и субъектом производства материальных благ и услуг.

Для оценки экономической составляющей локализации возможно применение показателей, показывающих результативность системы в данном направлении. Так, на более высоких уровнях (федеральный и региональный) такими измерителями могут стать валовой региональный или валовой внутренний продукты. Для муниципального уровня в государственной статистике аналогичный показатель пока не предусмотрен. Исходя из этого для сравнения различных сельских территорий был предложен показатель плотности экономической деятельности (руб./км²).

Исследование локализации с пространственной точки зрения возможно через применение такого показателя как уровень регистрируемой безработицы, позволяющий оценить наличие возможностей и условий для полноценной реализации накопленного трудового потенциала на территории проживания. При этом необходимо учитывать, что низкий уровень локализации территории позволяет легче находить применение полученным навыкам и умениям, а также расширяет возможности для привлечения трудовых ресурсов необходимой квалификации. Такие изменения стимулируют миграция экономически активного населения в муниципальные образования, тем самым еще сильнее снижая пространственную локализацию территории.

Последним показателем, характеризующим локализацию сельских территорий, стала миграция как важная способность населения перемещаться с одной территории на другую. Поскольку переселения на постоянное место жительства чаще совершаются в молодом возрасте, в районах притока селян формируется молодая возрастная структура, что и далее ведет к естественному росту населения и снижению локализации. В то же время высокая локализация ограничивает возможности перетока сельского населения с соседних территорий, что усиливает изолированность.

Для осуществления дальнейших расчетов отобранные показатели приводятся к сопоставимому виду посредством процедуры стандартизации. Для этого используется метод, с помощью которого показатели нормируются в пределах от 0 до 1. Расчет индексов осуществляется по формулам, а направление тенденции (отрицательное или положительное) определяется экспертным образом [7].

Результаты расчетов отражены в таблице 1, из которой видно, что 14 муниципальных образований (более 60,0% сельских территорий области) находятся достаточно близко к областному центру, что, несомненно, является положительным фактором для снижения уровня их локализации.

При этом данные по плотности сельского населения имеют обратную тенденцию, и в 16 районах из 21 зафиксировано низкое значение стандартизованного показателя (менее 0,20). Аналогичная ситуация складывается и по плотности экономической деятельности, что вызвано недостатком рабочей силы и невозможностью ее привлечения в необходимом объеме в связи с высокой закрытостью территории.

Высокий уровень безработицы в 2018 году был отмечен в Белгородском и Шебекинском районах, что соответствует наиболее низким значениям стандартизованных показателей (0,00 и 0,05, соответственно). Самый маленький уровень безработицы характерен для Губкинского и Новооскольского районов (1,00 и 0,91). По уровню миграции сложилась несколько иная ситуация, и здесь лидером выступает уже Белгородский район,

для которого характерен самый высокий миграционный приток населения, что связано с самым близким расположением к областному центру. При этом в 13 районах (61,9% сельских территорий) наблюдается обратная ситуация, а именно миграционный отток населения.

Таблица 1 - Стандартизация показателей пространственной локализации сельских территорий Белгородской области

Районы	СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ				
	расстояние до центра области	плотность населения	плотность экономической деятельности	уровень безработицы	уровень миграции
Белгородский	1,00	0,48	0,05	0,00	1,00
Алексеевский	0,28	0,15	0,28	0,62	0,05
Борисовский	0,84	0,18	0,10	0,70	0,19
Валуйский	0,42	0,18	0,14	0,50	0,12
Вейделевский	0,28	0,00	0,00	0,42	0,23
Волоконовский	0,51	0,07	0,05	0,41	0,05
Грайворонский	0,70	0,15	0,01	0,25	0,50
Губкинский	0,51	0,45	0,62	1,00	0,11
Ивнянский	0,73	0,08	0,06	0,48	0,08
Корочанский	0,81	0,09	0,26	0,64	0,58
Красненский	0,23	0,00	0,00	0,19	0,07
Красногвардейский	0,37	0,05	0,03	0,44	0,39
Краснояружский	0,70	0,12	0,04	0,64	0,00
Новооскольский	0,56	0,11	0,14	0,91	0,19
Прохоровский	0,78	0,04	0,11	0,38	0,38
Ракитянский	0,77	0,18	0,25	0,87	0,15
Ровеньский	0,00	0,03	0,01	0,38	0,35
Старооскольский	0,42	1,00	1,00	0,72	0,38
Чернянский	0,56	0,08	0,04	0,36	0,36
Шебекинский	0,89	0,24	0,13	0,05	0,19
Яковлевский	0,92	0,27	0,17	0,49	0,08

Затем определялась степень локализации сельских территорий через нахождение коэффициента пространственной локализации (Клок), рассчитываемого как среднее геометрическое факторов локализации: индексы расстояния, плотности населения и экономической деятельности, уровня регистрируемой безработицы и миграции соответственно.

На основе полученных результатов построен рейтинг сельских территорий Белгородской области (рис.1). Как мы видим, вариация рассчитанного коэффициента пространственной локализации находится в пределах от 0 до 1. При этом чем выше степень локализации сельских территорий, тем значение коэффициента ближе к 1, и на относящиеся в ним территориям необходимо формирование системы эффективного использования имеющихся ресурсов, что позволит достигать высоких социально-экономических показателей, как и в муниципальных образованиях с низкой степенью локализации.

Самый высокий коэффициент пространственной локализации зафиксирован в Старооскольском районе, а самый низкий - в Вейделевском. Визуально можно выделить несколько групп: первая – это низко локализованные сельские территории с коэффициентом меньше 0,20 (9 районов области), вторая – умеренно локализованные с коэффициентом в пределах от 0,20 до 0,30 (7 районов) и третья – высоко локализованные с коэффициентом более 0,30 (5 районов).

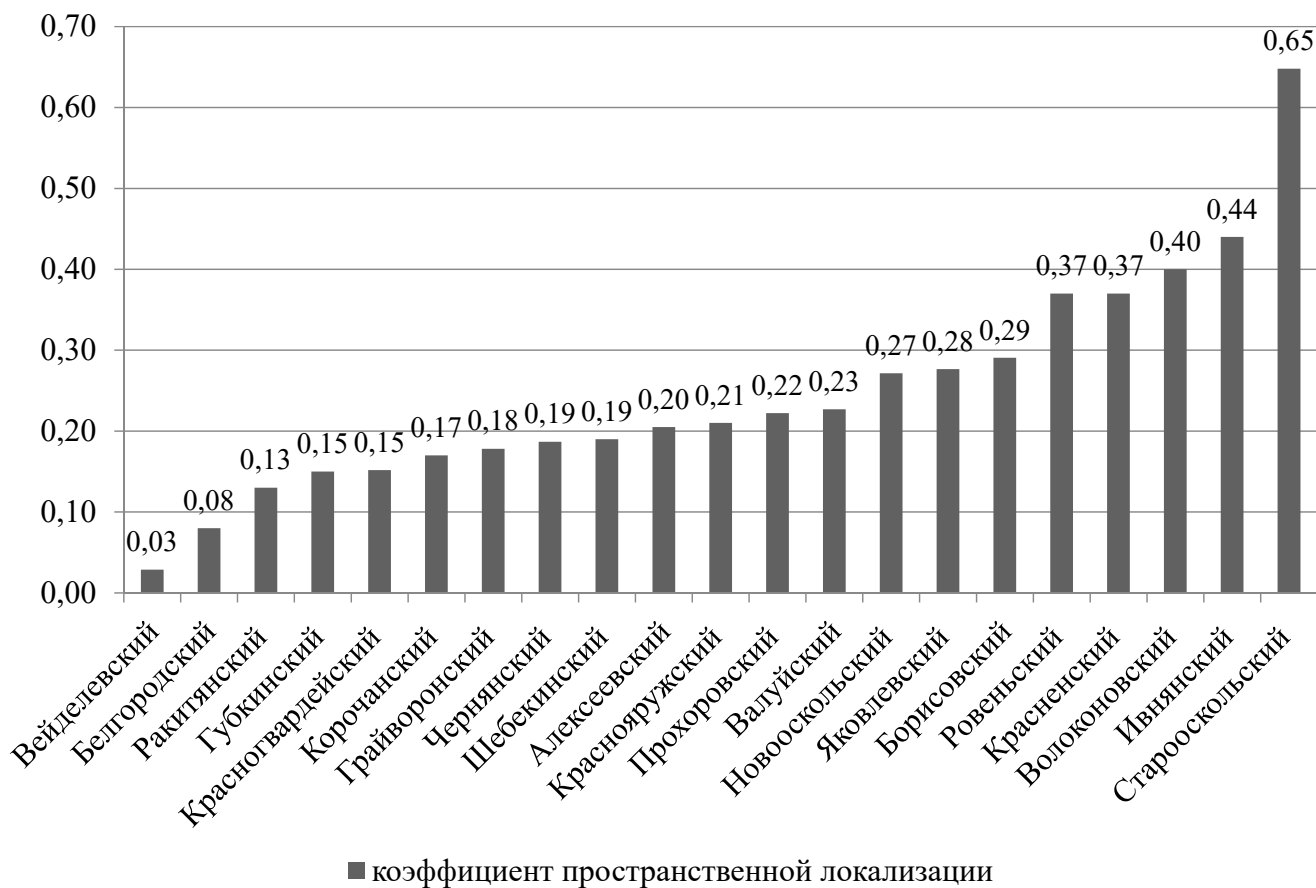


Рис. 1 - Рейтинг сельских территорий районов Белгородской области по коэффициенту пространственной локализации

Таким образом, по результатам проведенной оценки можно сделать вывод о сложном пространственном устройстве Белгородской области, сельские территории которой обладают разной степенью локализации. Поэтому важно определять проблемные зоны пространственной локализации сельских территорий и проводить оперативную корректировку сельской политики на местном уровне, что особенно актуально в сложившихся пандемических условиях.

Заключение. Изучение локализации сельских территорий основывалось на пространственном подходе, в соответствии с которым локальные сельские территории рассматриваются как новая хозяйственная реальность и пространственно-локализованная система, а границы локального пространства в большей мере определяются интенсивностью и насыщенностью взаимосвязей внутри локальной сельской экономики.

В процессе исследования определены и систематизированы критерии пространственной локализации сельских муниципальных образований, такие как - удаленность локальной территории от точек роста, численность населения территории и направленность миграционных потоков, плотность и сложность социального взаимодействия, возможности трудоустройства на территории проживания, активность экономической деятельности на локальной территории. В результате проведенной оценки пространственной локализации сельских территорий определены 3 группы сельских районов Белгородской области с различным коэффициентом пространственной локализации: 1. Низко локализованные сельские территории с коэффициентом $< 0,20$ (43 % районов области); 2. Умеренно локализованные с коэффициентом от $0,20$ до $0,30$ (33 % районов области); 3. Высоко локализованные с коэффициентом $> 0,30$ (24 % районов области).

Полученные результаты оценки пространственной локализации сельских территорий учитывают их специфику в разрезе их пространственной идентификации и могут быть исполь-

зованы при разработке дифференцированных мер сельского развития на различных уровнях управления.

Библиография

1. Добрунова А.И. Основные направления жизнеобеспечения населения сельских территорий / А.И. Добрунова. – Белгород, 2019. – 151 с.
2. Добрунова А.И. Сущность, экономические условия и факторы формирования системы жизнеобеспечения на сельских территориях / А.И. Добрунова / Российский экономический интернет-журнал. – 2020. – № 3. С.11. – Режим доступа: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/135/135896db8631b6e2b42a9ec1334bc1dd.pdf>
3. Добрунова А.И. Формирование системы жизнеобеспечения сельского населения / А.И. Добрунова. – Белгород: Изд-во: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2020. – 355 с.
4. Закшевский В.Г. Методический инструментарий диагностики диверсификации сельской экономики / В.Г. Закшевский, И.Н. Меренкова, И.И. Новикова, Е.С. Кусмагамбетова // Экономика региона. - 2019. - Т. 15, № 2. - С. 520-533.
5. Кузнецова Т.Е. Российское пространство и проблемы его организации / Т.Е. Кузнецова // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2010. – №1. – С. 98-113.
6. Макарова М.Н. Мониторинг локальных социально-трудовых систем как инструмент муниципальной социально-экономической политики / М.Н. Макарова // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – №10(289). – С. 28-36.
7. Макарова М.Н. Формирование мониторинга социально-трудовых систем муниципальных образований с учетом их пространственной локализации / М.Н. Макарова // автореферат дис. ... кандидата эконом. наук 08.00.05. – Екатеринбург, 2013. – 24 с.
8. Мартынов К.П. Концепция территориального подхода к развитию сельских территорий России // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – №6. – Ч.3 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/06/53429> (дата обращения: 13.03.2021).
9. Merenkova I. The development of social services in the transition to a diversified rural economy / I. Merenkova, E. Kusmagambetova, I. Novikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - С. 012091.
10. Нефедова Т. Пространственные контрасты сельской местности / Т. Нефедова // Отечественные записки. – 2012. - №6. – С. 21-40.
11. Новикова И.И. Методические подходы к оценке устойчивости сельскохозяйственных организаций / И.И. Новикова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2013. - № 1 (36). - С. 344-350.
12. Особенности развития социально-экономических систем: проблемы, тенденции, перспективы / А.В. Графов, Г.К. Гудович, А.А. Давыдова и др.: коллективная монография. - Кн. 2, часть 2. -Тамбов, 2013. -236 с.
13. Павлов А.И. Идентификация и классификация сельских территорий: теория, методология, практика / А.И. Павлов. – Одесса: Астропринт, 2015. – 344 с.
14. Теоретические основы системного анализа / Новосельцев В.И. [и др.]; под ред. В.И. Новосельцева. – М.: Майор, 2006. – 592 с.
15. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 №172-ФЗ. [Электронный ресурс] - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 15.04.2021).

References

12. 1. Dobrunova A.I. The main directions of life support for the population of rural areas / A.I. Dobrunova. – Belgorod, 2019. – 151 p.
13. Dobrunova A.I. Essence, economic conditions and factors of the formation of the life support system in rural areas / A.I. Dobrunova / Russian Economic Internet Journal. – 2020. – No. 3. – P.11. - Access mode: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/135/135896db8631b6e2b42a9ec1334bc1dd.pdf>
14. Dobrunova A.I. Formation of the life support system for the rural population / A.I. Dobrunova. – Belgorod: Publishing house: FGBOU VO “Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin”, 2020. – 355 p.
4. Zakshevskij V.G. Metodicheskij instrumentarij diagnostiki diversifikacii sel'skoj ekonomiki [Methodological toolkit for diagnosing the diversification of rural economy] / V.G. Zakshevskij, I.N. Merenkova, I.I. Novikova, E.S. Kusmagambetova // Ekonomika regiona. - 2019. - T. 15, № 2. - S. 520-533
5. Kuznecova T.E. Rossijskoe prostranstvo i problemy ego organizacii [Russian space and problems of its organization] / T.E. Kuznecova // Voprosy gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya. – 2010. – №1. – S. 98-113
6. Makarova M.N. Monitoring lokal'nyh social'no-trudovyh sistem kak instrument municipal'noj social'no-ekonomicheskoy politiki [Monitoring the local social and labor system of the stone instrument of municipal socio-economic policy] / M.N. Makarova // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. – 2013. – №10(289). – S. 28-36.
7. Makarova M.N. Formirovanie monitoringa social'no-trudovyh sistem municipal'nyh obrazovani-j s uchetom ih prostranstvennoj lokalizacii [Formation of monitoring of the social and labor system of municipal images taking into

account ix lengthy localization] / M.N. Makarova // A vtoreferat dis. ... kandidata ekonom. nauk 08.00.05. – Ekaterinburg, 2013. – 24 s.

8. Martynov K.P. Konceptiya territorial'nogo podhoda k razvitiyu sel'skih territorij Rossii [The concept includes the territorial development of the rural territory of Russia] // *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii*. – 2015. – №6. – CH.3 [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/06/53429> (data obrashcheniya: 13.03.2021).

9. Merenkova I. The development of social services in the transition to a diversified rural economy / I. Merenkova, E. Kusmagambetova, I. Novikova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – S. 012091.

10. Nefedova T. Prostranstvennye kontrasty sel'skoj mestnosti [Spatial contrasts Rural estate] / T. Nefedova // *Otechestvennye zapiski*. – 2012. – №6. – S. 21-40.

11. Novikova I.I. Metodicheskie podhody k ocenke ustojchivosti sel'skohozyajstvennyh organizacij [Methodological manuals to the charter of agriculture] / I.I. Novikova // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2013. – № 1 (36). – S. 344-350/

12. Osobennosti razvitiya social'no-ekonomicheskikh sistem: problemy, tendencii, perspektivy [Development of the socio-economic system: problems, trends, prospects] / A.V. Grafov, G.K. Gudovich, A.A. Davydova i dr.: kollektivnaya monografiya. – Kn. 2, chast' 2. – Tambov, 2013. – 236 s.

13. Pavlov A.I. Identifikaciya i klassifikaciya sel'skih territorij: teoriya, metodologiya, praktika [Identification and classification of rural areas: theory, methodology, practice] / A.I. Pavlov. – Odessa: Astroprint, 2015. – 344 s.

14. Teoreticheskie osnovy sistemnogo analiza [Theoretical foundations of system analysis] / Novosel'cev V.I. [i dr.]; pod red. V.I. Novosel'ceva. – M.: Major, 2006. – 592 s.

15. Federal'nyj zakon «O strategicheskom planirovanii v Rossijskoj Federacii» ot 28.06.2014 №172-FZ. [Federal Law "On Strategic Planning in the Russian Federation"] [Elektronnyj resurs]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (data obrashcheniya: 15.04.2021)

Сведения об авторах

Пархомов Евгений Александрович, преподаватель кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79515544841, e-mail: upr-nii@yandex.ru

Information about authors

Parkhomov Evgeny Alexandrovich, lecturer of the Department of Economics, Belgorod state University, Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, т. +79515544841, e-mail: upr-nii@yandex.ru

УДК 657.1:336.7:006.9

Л.А. Решетняк

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТА О ДВИЖЕНИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ ПО РОССИЙСКИМ И МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ

Аннотация. Бухгалтерская информация, которая формируется в бухгалтерском учете и служит для составления бухгалтерской финансовой отчетности, полезна и необходима пользователям разного уровня. Она позволяет получать сведения о финансовом состоянии организации, о финансовых результатах ее деятельности, движении денежных потоков. Внутренние пользователи, в частности административно – управленческий персонал, получая информацию об остатках денежных средств на счетах в банках, в кассе, их поступлении, расходовании по разным направлениям, могут анализировать, от какого вида деятельности организация получает максимум денежных средств, а какой вид деятельности оказывает негативное влияние на денежные потоки организации. Это позволит принимать своевременные и грамотные решения, направленные на эффективное использование финансовых ресурсов. Кроме того, в условиях реформирования системы бухгалтерского учета, направленной на применение в учетной практике международных стандартов, важно формировать отчетность таким образом, чтобы представленная в ней информация была понятна и полезна не только российским пользователям, но и иностранным инвесторам. Такую информацию дает возможность получать отчетность, составленная по международным стандартам. В статье рассматриваются прямой и косвенный метод формирования отчета о движении денежных средств, их преимущества и недостатки. Акцентируется внимание на косвенном методе, который применяется в международной практике, представлена методика корректировки чистой прибыли при составлении отчета о движении денежных средств косвенным методом. Проведен анализ отчета о движении денежных средств.

Ключевые слова: денежные средства, косвенный метод.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CASH FLOW REPORT FORMATION ACCORDING TO RUSSIAN AND INTERNATIONAL STANDARDS

Annotation. Accounting information that is generated in accounting and serves for the preparation of financial statements is useful and necessary for users of different levels. It allows you to receive information about the financial condition of the organization, the financial results of its activities, cash flow. Internal users, in particular administrative and managerial personnel, receiving information about the balances of funds in bank accounts, at the cash desk, their receipt, spending in different directions, can analyze from which type of activity the organization receives the most money, and which type of activity provides negative impact on the organization's cash flows. This will allow making timely and competent decisions aimed at efficient use of financial resources. In addition, in the context of reforming the accounting system aimed at applying international standards in accounting practice, it is important to formulate statements in such a way that the information presented in it is understandable and useful not only to Russian users, but also to foreign investors. This information makes it possible to receive reports drawn up in accordance with international standards. The article discusses the direct and indirect method of generating a cash flow statement, their advantages and disadvantages. The attention is focused on the indirect method, which is used in international practice, the method of adjusting the net profit when drawing up the cash flow statement by the indirect method is presented. The analysis of the cash flow statement has been carried out.

Keywords: cash flow, indirect method.

Бухгалтерская отчетность организации составляется всеми экономическими субъектами по окончании отчетного периода и она «должна давать достоверное представление о финансовом положении экономического субъекта на отчетную дату, финансовом результате его деятельности и движении денежных средств за отчетный период, необходимое пользователям этой отчетности для принятия экономических решений» [7].

Бухгалтерская отчетность составляется как для внутренних целей, так и для внешнего пользования. Информация, представленная во внутренней отчетности, используется управленцами для принятия и прогнозирования управленческих решений, направленных на устранение выявленных негативных факторов и повышения эффективности деятельности организации.

Само понятие «внешняя» отчетность указывает на то, что она формируется в интересах внешних пользователей и в большей степени инвесторов. Именно на основании данных

бухгалтерской финансовой отчётности они принимают решение об инвестировании средств в организацию [2].

Одной из значимых типовых форм бухгалтерской финансовой отчётности является «Отчет о движении денежных средств». Денежные средства относятся к наиболее ликвидной части активов организации. В отчете показано движение денежных потоков по трем направлениям (рисунок 1).

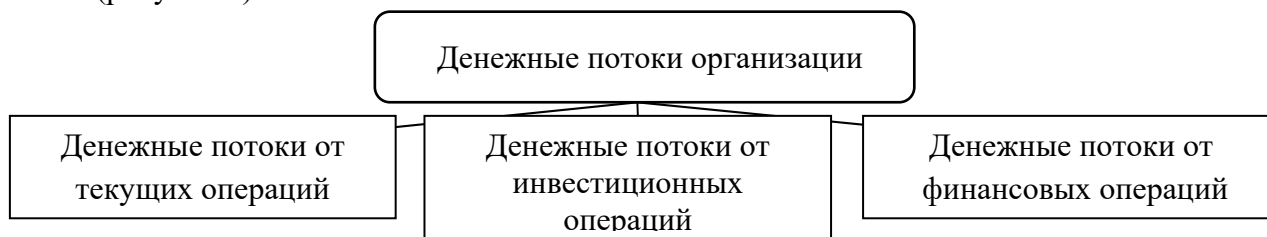


Рис. 1 - Классификация денежных потоков в отчете о движении денежных средств

Анализируя денежные потоки предприятия, пользователи могут получить информацию о поступлении денежных средств и их расходовании по указанным направлениям, увидеть объемы поступления средств, источники их поступления. На основании полученной информации пользователь, и в частности, инвестор, может судить о том, способна ли организация погашать свои обязательства, достаточно ли внутренних источников для инвестиционной деятельности и получать ответы на другие вопросы [6].

Основной источник поступления денежных средств на предприятии, который обеспечивает большую часть потребности организации – это ее операционная (текущая) деятельность. При этом основным каналом поступления денежных средств является выручка, полученная от покупателей за проданную продукцию, выполненные работы и оказанные услуги, авансовые платежи, а также бюджетные субсидии, страховые возмещения и др.

Платежи денежных средств направляются на уплату долга поставщикам и подрядчикам, расчетов с персоналом по оплате труда, расчетов с бюджетом по налогам и сборам и другие платежи.

Поступление денежных средств от продажи внеоборотных активов, возврат предоставленных займов, получение дивидендов и процентов по долговым финансовым вложениям и т.д. относится к денежным потокам (приток) от инвестиционных операций.

И, напротив, приобретение внеоборотных активов, ценных бумаг, приносящих доход, проценты по долговым обязательствам и т.д., относят к денежным платежам (оттоку денежных средств) по инвестиционным обязательствам.

Суммы по полученным займам и кредитам, доход от выпуска акций и облигаций, а также возврат кредитов и займов, и т.д. отражаются в разделе «Денежные потоки от финансовых операций».

Разница между поступлением денежных средств и платежами составляет сальдо денежных потоков от текущих (операционных), инвестиционных и финансовых операций.

Выделяют два метода составления отчета о движении денежных средств: прямой и косвенный. Преимущества и недостатки каждого показаны на рисунке 2.

В российской практике при формировании отчета о движении денежных средств применяется только прямой метод.

Наряду с представленными положительными сторонами и недостатками обоих методов, следует отметить, что, в отчете определяется остаток денежных средств по каждому направлению деятельности и в целом совокупный денежный поток. И если по какому – то направлению деятельности получено отрицательное сальдо денежных потоков, оно может быть компенсировано положительным сальдо по другим направлениям деятельности. И в целом может быть получен положительный денежный поток.

В ООО «АгроСервис» по отчету за 2020 г. сальдо денежных потоков, как от инвестиционных, так и текущих операций отрицательно, и составило соответственно 499054 тыс.

руб. и 176179 тыс. руб. Этот отрицательный результат не перекрывается положительным денежным потоком от операционной деятельности, сумма которого составила 674441 тыс. руб.

Таким образом, в целом по предприятию получено отрицательное сальдо по денежным средствам в сумме 719 тыс. руб. Однако с учетом остатка денежных средств на начало отчетного периода остаток денежных средств и денежных эквивалентов на конец отчетного периода составил 416 тыс. руб.

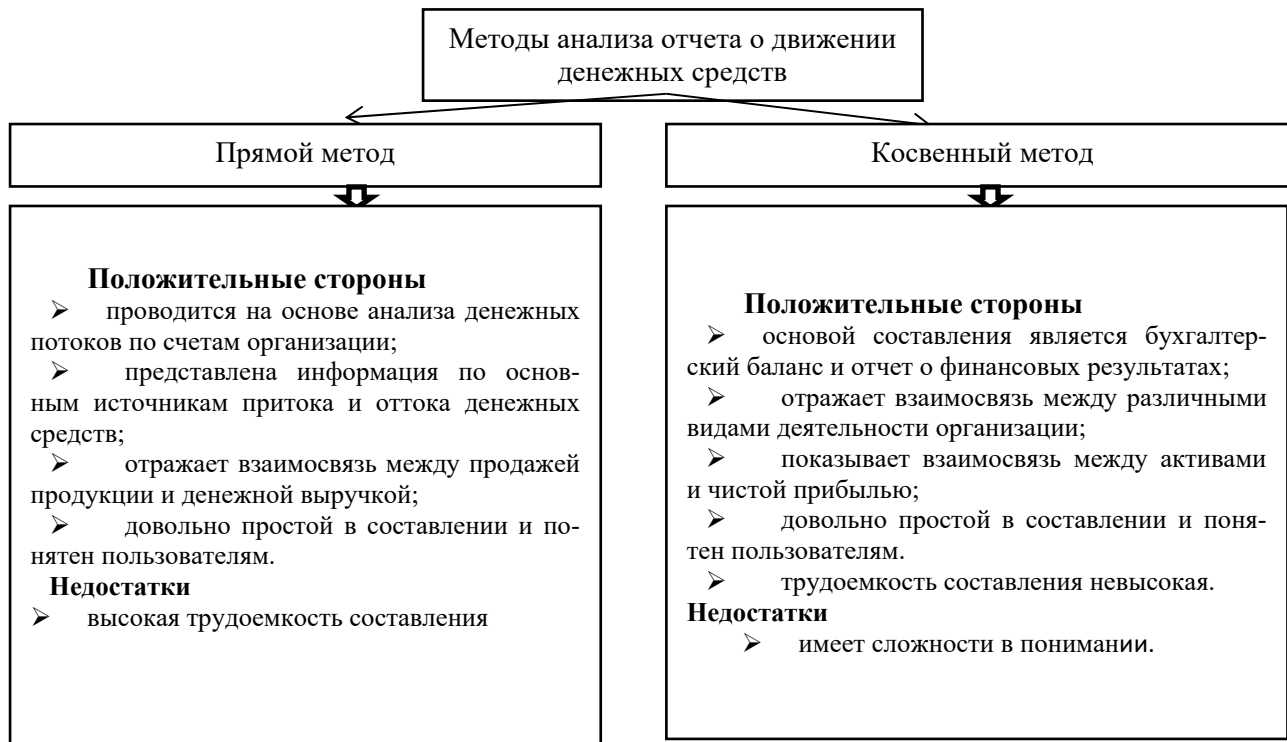


Рис. 2 - Методы анализа отчета о движении денежных средств, преимущества и недостатки

В международной практике разрешено формировать отчет о движении денежных средств, как прямым методом, так и косвенным. Косвенный метод основан на корректировке чистой прибыли организации на все не денежные статьи, которые не отражают реальное движение денежных средств.

В частности, при косвенном методе из суммы чистой прибыли организации вычитают рост дебиторской задолженности, так как ее увеличение не способствует поступлению в организацию денежных средств. И, напротив, ее уменьшение, то есть погашение задолженности покупателями, приводит к росту денежных потоков, а, следовательно, ее сумма прибавляется к сумме чистой прибыли [1].

Финансовые аналитики считают, что отсутствие такого метода в российской практике, не дает возможности провести более детальный анализ движения денежных потоков.

Методика корректировки чистой прибыли для составления отчета о движении денежных средств показана на рисунке 3.

На примере бухгалтерской финансовой отчетности ООО «АгроСервис» скорректируем чистую прибыль и составим отчет о движении денежных средств косвенным методом с учетом требований международных стандартов. Для этого по данным бухгалтерской финансовой отчетности определим изменение указанных статей на начало и конец отчетного периода.



Рис. 3 - Методика корректировки чистой прибыли для формирования отчета о движении денежных средств косвенным способом

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что при составлении отчета о движении денежных средств косвенным методом с учетом требований международных стандартов путем корректировки чистой прибыли, получено значительное отклонение по денежным потокам. В 2020 г. разница составила 164045 тыс. руб. положительного денежного потока. В прошлом году, скорректированный денежный поток оказался отрицательным, то есть полученные денежные средства от основной деятельности не могут покрыть отрицательный денежный поток, полученный по другим видам деятельности. Основная причина заключается в минимально полученной сумме чистой прибыли, которая в прошлом году была практически вдвое меньше, чем в отчетном периоде.

Величина денежных средств на конец 2020 г. составила 164461 тыс. руб., что меньше полученной чистой прибыли на 205869 тыс. руб. (370330 - 164461). Это указывает на то, что основная сумма прибыли была использована на приобретение текущих активов, которые в будущем должны обеспечить увеличение чистых денежных потоков по текущей деятельности. Скорректировав, таким образом, чистую прибыль, можно более детально представить и проанализировать природу денежных потоков и определить перспективы по ним. Финансовые аналитики считают, что отсутствие такого метода в российской практике, не дает возможности провести более детальный анализ движения денежных потоков. Кроме того, при использовании косвенного метода прослеживается тесная взаимосвязка типовых форм бухгалтерской финансовой отчетности - бухгалтерского баланса, отчета о финансовых результатах и отчета о движении денежных средств.

Таблица 1 – Составление отчета о движении денежных средств косвенным методом, тыс. руб.

Денежные потоки	2020 г.	2019 г.
Чистая прибыль	370300	158631
Текущая деятельность	435225	-11325
Амортизационные отчисления	+172935	+112320
Текущие активов: запасы дебиторская задолженность	-23897 +262262	-36557 -76279
Текущие обязательства: кредиторская задолженность перед поставщиками авансы полученные перед работниками по оплате труда, перед бюджетом и внебюджетными фондами	-968 +2240 -8221 +30874	-5104 +160 -6027 +162
Инвестиционная деятельность	-52142	-223983
Внеоборотные активы: основные средства, долгосрочные финансовые вложения	-52142 -	-23983 -
Финансовая деятельность	-589424	-26468
Суммы задолженности по: долгосрочным кредитам, краткосрочным кредитам краткосрочные финансовые вложения	-19646 -1418 -568360	-24200 -2268 -
Суммарное изменение денежных потоков	163959	-103145
Денежные средства на начало периода	502	2385
Денежные средства на конец периода:		
По данным отчета организации (прямой метод)	416	502
С учетом требований МСФО (косвенный метод)	164461	-100760
Отклонения	+164045	-100258

Информация, полученная из бухгалтерской финансовой отчетности, позволяет провести оценку эффективности использования денежных средств и деятельности сельскохозяйственных организаций в целом, поэтому с точки зрения пользователя отчетность должна быть информативна, читаема и понятна [3,5]. Проведем анализ показателей отчета о движении денежных средств используя коэффициентный метод. Такой метод позволяет установить эффективность использования денежных средств в организации [4].

Одним из наиболее значимых расчетных коэффициентов является коэффициент платёжеспособности, который определяется путем деления притока денежных средств по всем видам деятельности с учетом их остатка на начало периода на суммарный отток денежных средств по всем направлениям деятельности предприятия. В ООО «АгроСервис» коэффициент платёжеспособности составил в 2020 г. 1,00 (1913860 /1914150), в прошлом году его значение также равнялось 1,00. Коэффициент платёжеспособности свидетельствует о том, что его значение пограничное с нормативом и при снижении денежного потока организация сможет обеспечить погашение текущих платежей. Коэффициент достаточности чистого денежного потока рассчитывается как отношение чистого денежного потока по текущей деятельности к оттоку денежных средств по инвестиционной деятельности. В отчётном году этот показатель составил 0,53 (674441/1266870). Это указывает на то, что в организации недостаточно средств для самофинансирования, и она вынуждена привлекать внешние источники. В прошлом году этот коэффициент составлял всего 0,14. В ООО «АгроСервис» наблюдается снижение вложений денежных средств в инвестиционные активы, на что указывает коэффициент реинвестирования, который снизился в отчетном году на 2,74. Об эффективности денежных потоков свидетельствует коэффициент рентабельности положительного денежного потока, который определяется делением прибыли от продаж или чистой прибыли на положительный денежный поток по текущей деятельности либо в целом по отчету за анализируемый период.

По нашим расчетам коэффициент рентабельности денежного потока по текущей деятельности составил в 2020 г. 0,54 (365453 /674441), в прошлом году он равнялся 3,94. Снижение показателя указывает на то, что наблюдается значительное уменьшение сумма прибы-

ли, приходящейся на один рубль положительного денежного потока. Расчеты показывают, что в организации имеется достаточно средств для погашения своих текущих обязательств, но заметна отрицательная динамика эффективности использования денежного потока.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что отчет о движении денежных средств служит источником информации о поступлении и расходовании денежных средств и их эквивалентов в разрезе операционной, инвестиционной и финансовой деятельности. Полученная информация позволяет анализировать денежные потоки организации и определять эффективность использования денежных ресурсов в целом по предприятию и отдельно по направлениям деятельности.

Составленный по международным стандартам отчет позволяет скорректировать чистую прибыль организации на не денежные статьи и понять, почему в организации прибыль есть, а денежных средств на счете нет, или наоборот. Поэтому отчетность по денежным средствам, сформированная косвенным методом в части текущей деятельности более информативна, понятна и полезна как внутренним, так и внешним пользователям.

Библиография

1. Божченко Ж.А. Формирование отчета о финансовых результатах в соответствии с РСБУ и МСФО. В сборнике: Путь в науку. Современная национальная экономика: молодые ученые - новый взгляд. Материалы Международной очно-заочной олимпиады студенческих научных проектов. Сер. "Наука без границ" Под общей редакцией Е.П. Лидинфа. 2020. С. 112-118.
2. Ганущенко И.Ю., Наседкина Т.И. Бухгалтерская финансовая отчетность как основа анализа финансовой устойчивости. В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С.
3. Гончаренко О.В., Черных А.И. Оценка эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий. В сборнике: Реальный сектор экономики: проблемы и перспективы развития. Материалы всероссийской (национальной) конференции. 2019. С. 124-134.
4. Голованева Е.А. Коэффициентный метод как инструмент анализа в оценке движения денежных средств. В сборнике: Современные проблемы экономики АПК и их решение. Материалы III Национальной конференции. 2020. С. 93-98.
5. Здоровец Ю.И., Андреева О.А. Финансовое положение предприятия, как составляющая оценки финансовой конкурентоспособности. В книге: Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. Материалы XXII международной научно-производственной конференции. 2018. С. 78-79.
6. Решетняк Л.А., Груздова Л.Н. Повышение информативности бухгалтерской отчетности сельхозорганизаций. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 10 (57). С. 962-968.
7. Федеральный закон «О бухгалтерском учете» №402-ФЗ от 06.12.2011 г. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/5864bb6f56b1eb0fb1ada8aac90fa2990e8ef58b/

References

- 1.BozhchenkoZh.A. Formation of a statement of financial results in accordance with RAS and IFRS. In the collection: The path to science. Modern national economy: young scientists - a new look. Materials of the International part-time Olympiad of student research projects. Ser. "Science without Borders" Edited by E.P. Lidinfa. 2020.S. 112-118.
- 2.GanushchenkoI.Yu., Nasedkina T.I. Accounting financial statements as the basis for the analysis of financial stability. In the book: Gorin Readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex. Materials of the International Student Scientific Conference. In 4 volumes. 2020.S.
3. Goncharenko OV, Chernykh A.I. Evaluation of the efficiency of agricultural enterprises. In the collection: The real sector of the economy: problems and development prospects. materials of the all-Russian (national) conference. 2019.S. 124-134.
4. Golovaneva E.A. The coefficient method as an analysis tool in assessing cash flow. In the collection: Modern problems of the economy of the agro-industrial complex and their solution. Materials of the III National Conference. 2020.S. 93-98.
5. ZdorovetsYu.I., Andreeva O.A. The financial position of the enterprise as a component of the assessment of financial competitiveness. In the book: Organic agriculture: problems and prospects. Materials of the XXII international scientific and industrial conference. 2018.S. 78-79.
6. Reshetnyak L.A., Gruzдова L.N. Increasing the information content of the financial statements of agricultural organizations. Competitiveness in the global world: economics, science, technology. 2017. No. 10 (57). S. 962-968.
7. Federal Law "On Accounting" No. 402-FZ dated 06.12.2011 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/5864bb6f56b1eb0fb1ada8aac90fa2990e8ef58b/

Сведения об авторе

Решетняк Любовь Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 74722 39-22-04

About the author

Reshetnyak Lyubov Alekseevna, PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Accounting, Analysis and Finance, FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, ul. Vavilova, 1, p. Maisky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 74722 39-22-04

УДК: 35.077

К.С. Терновых, Е.В. Авдеев

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ

Аннотация. Уточнено значение понятия «стратегия» в формировании государственной политики развития человеческого капитала. Отмечается, что в научной литературе подход к определению данного понятия различен, а в некоторых случаях позиции авторов прямо противоположны друг другу. Большинство ученых сходятся во мнении, что наличие сформулированной стратегии представляет эффективный инструмент в управлении происходящими в экономике процессами, что выражается в качестве принимаемых решений, координации действий, консолидации всех усилий на выполнении поставленных долгосрочных целей. Представлен алгоритм осуществления стратегического анализа государственных стратегий, последовательно включающий в себя анализ существующей стратегии; определение факторов, влияющих на эффективность; оценку эффективности; выявление и формулирование проблем; выбор ключевых направлений. Показано, что процесс стратегического планирования должен базироваться на единстве ресурсов (ресурсный подход) и организационных возможностей, исходя из принципа, что государственная стратегия направлена на то, чтобы ресурсы и потенциал отраслей, входящих в состав национальной экономики, соответствовали вызовам, предъявляемым внешней экономической средой. Выделены этапы управления стратегическим планированием: постановка цели; поиск альтернатив решения; оценка; принятие решений; реализация; контроль.

Ключевые слова: стратегия, стратегическое управление, эволюция стратегического управления, стратегическое планирование, стратегический анализ, стратегическое развитие, государственная стратегия, государственная политика.

THEORETICAL ASPECTS OF FORMATION OF STATE DEVELOPMENT STRATEGIES

Annotation. Clarified the meaning of the concept of "strategy" in the formation of state policy for the development of human capital. It is noted that in the scientific literature the approach to the definition of this concept is different, and in some cases the positions of the authors are directly opposite to each other. Most scientists agree that the presence of a formulated strategy is an effective tool in managing the processes occurring in the economy, which is expressed in the quality of decisions made, coordination of actions, and the consolidation of all efforts to achieve the set long-term goals. An algorithm for the implementation of strategic analysis of government strategies is presented, which sequentially includes an analysis of the existing strategy; identification of factors affecting efficiency; performance evaluation; identifying and formulating problems; selection of key areas. It is shown that the process of strategic planning should be based on the unity of resources (resource approach) and organizational capabilities, based on the principle that the state strategy is aimed at ensuring that the resources and potential of the sectors that make up the national economy meet the challenges posed by the external economic environment. The stages of strategic planning management are highlighted: goal setting; search for solution alternatives; assessment; making decisions; implementation; control.

Key words: strategy, strategic management, evolution of strategic management, strategic planning, strategic analysis, strategic development, state strategy, state policy.

Исследование сущности категории «стратегия» показало, что в экономической литературе существует широкий перечень работ по стратегическому менеджменту, в которой подход зарубежных и отечественных авторов к определению данного понятия различен, а в некоторых случаях позиции авторов прямо противоположны друг другу.

М. Портер под стратегией понимал «создание уникальной и выгодной позиции, предусматривающей определенный набор видов деятельности» [16, с. 65]. В своем исследовании он особо выделял возможности предприятий находить уникальные способы и приемы хозяйствования, отмечая при этом, что в условиях глобализации мировой экономики, а также высоких темпов научно-технического прогресса у конкурентов практически нет ограничений по выбору и использованию существующих универсальных способов повышения эффективности их хозяйственной деятельности.

Ряд исследователей акцентирует внимание на ресурсах, которые есть в распоряжении у предприятий, определяя, что смысл стратегии заключается в приведении в соответствие долгосрочных целей предприятия с максимально эффективным использованием имеющихся

ресурсов. Так, Д. Джонсон и К. Сколз определяют стратегию как «направление организации на долгосрочную перспективу, которая наилучшим образом согласует свои ресурсы с изменяющимся окружением, в частности со своими рынками, покупателями и клиентами для того, чтобы оправдать надежды заинтересованных групп» [1, с. 131]. Аналогичного мнения придерживался П. Дойль, утверждавший, что «стратегия – это комплекс принимаемых менеджментом решений по размещению ресурсов предприятия и достижению долговременных конкурентных преимуществ на целевых рынках» [8, с. 36].

Нередко встречается несколько толкований даже в рамках одной работы. Например, Г. Минцберг рассматривал стратегию как план, как позицию, как уловку, как принцип поведения, как перспективу [14, с. 16-20]. Он утверждал, что формирование стратегии не всегда является рациональным и непрерывным процессом, подчеркивая при этом понятие «непредвиденные стратегии». Ключевым аспектом данного процесса выступает создание чего-то нового для организации, даже если оно возникает не так логично, как хотелось бы представителям корпоративного отдела планирования, придерживающимся традиционных взглядов [1, с. 132].

А. Томпсон и А. Стрикленд считают, что «в общем смысле стратегия – это план управления фирмой, направленный на укрепление ее позиций, удовлетворение потребителей и достижение поставленных целей» [3, с. 96-97].

Анализируя взгляды разных ученых экономистов на сущность и содержание стратегии, отметим, что понятие стратегии за последние полвека претерпевало определенную трансформацию вследствие изменяющихся условий глобальной экономической конъюнктуры, вызванных чередой экономических кризисов, потрясших мировую экономику. Однако сущность, которую так или иначе закладывают исследователи в данную категорию, четко прослеживается. Наиболее емко и лаконично, на наш взгляд, ее обозначил М. Армстронг, который определил, что: «стратегия – это подход, выбранный для достижения конкретных целей в будущем» [2, с. 49]. При этом он отмечал, что «формулировка и практическая реализация ... стратегии представляют собой процесс выработки направления движения, а также решений по оптимальному использованию ресурсов и обеспечению стратегического соответствия» [2, с. 49].

Наличие сформулированной стратегии представляет эффективный инструмент в управлении происходящими в экономике процессами, что выражается в качестве принимаемых решений, координации действий, а также консолидации всех усилий и возможностей на выполнении поставленных долгосрочных целей. В конечном итоге, стратегия подразумевает не только или не столько наличие плана, как необходимо конкурировать здесь и сейчас в сложившихся внутренних и внешних экономических условиях, но и четкого видения того, чем станет планируемый объект в будущем, его позиционирование в конкурентной среде. По этому поводу Р. Грант писал, что «стратегия должна быть в большей степени сосредоточена не на приспособлении и распределении ресурсов, а на максимально полном использовании ресурсов и всех других возможностей – на их пределе» [6, с. 38].

В процессе обобщения зарубежной литературы установлено, что основными элементами теории стратегии выступают две взаимосвязанные категории – «стратегический анализ» и «стратегическое планирование», единство которых и предопределяет качественный уровень разрабатываемой и принимаемой стратегии любого вида.

Заслуживает внимания исследование, проведенное Р. Грантом, в котором он анализировал эволюцию экономической мысли в направлении определения сущности бизнес-стратегии, при этом подходу к вопросу с позиции стратегического управления (рис. 1).

По его мнению, развитие стратегического управления является не продуктом научных изысканий, а естественным развитием потребностей бизнеса. Если на рубеже 50-60 гг. прошлого века планирование деятельности хозяйствующих субъектов сводилось к решению оперативных задач и заключалось в работе, связанной с бюджетированием, то по мере укрупнения компаний и, как следствие, усложнения их организационной структуры, ощущалась нехватка инструментов для систематического подхода к планированию своих долго-

срочных целей развития. Итогом стала разработка концепции корпоративного планирования, типичным форматом которого стал пятилетний корпоративный план, устанавливающий цели и задачи, а также приоритеты в деятельности компаний. Однако по мере развития глобализационных процессов данный подход со временем стал несостоятелен. В результате произошло смещение акцента с планирования на создание корпоративной стратегии. Переход от корпоративного планирования к тому, что стало называться стратегическим управлением, был связан с усилением внимания к вопросам конкуренции как центральной характеристике бизнес-окружения и к достижению максимальной эффективности как главной стратегической цели.



Рисунок 1 – Эволюция стратегического управления. Источник: [6, с. 35].

Дальнейшее развитие стратегического управления характеризовали постепенное смещение вектора развития компаний, а также поиск дополнительных конкурентных преимуществ. В конце 70-х и в 80-е гг. прошлого столетия основные преимущества изыскивались во внешнем бизнес-окружении с анализом деятельности конкурентов в каждой конкретной отрасли; в 90-е гг. основным источником конкурентных преимуществ стали считаться собственные возможности фирмы (ресурсный подход), что и стало являться фундаментом для формирования стратегии.

Итогом эволюции стратегического управления компаниями на сегодня можно считать смещение приоритетов к пониманию ими своей социальной ответственности и повышенное внимание к экологической безопасности ведения бизнеса.

Проведенный анализ теории планирования показывает, что стратегическое планирование представляет собой систему мероприятий по разработке стратегий, необходимых для

достижения целей предприятия. Современное стратегическое планирование является инструментом управления, помогающим высшему управленческому персоналу предприятия принимать основополагающие решения [12, 15].

Сущность стратегического планирования по-разному трактуется в работах как отечественных, так и зарубежных авторов.

В частности, М. Мескон, М Альберт и Ф. Хедуори в своей книге «Основы менеджмента» определяют, что «стратегическое планирование представляет собой набор действий и решений, предпринятых руководством, которые ведут к разработке специфических стратегий, предназначенных для того, чтобы помочь организации достичь своих целей» [13, с. 256].

Д. Шендел и К. Хаттен рассматривали стратегическое планирование как «процесс определения и (установления) связи, организации с ее окружением, состоящий в реализации выбранных целей и в попытках достичь желаемого состояния взаимоотношений с окружением посредством распределения ресурсов, позволяющего эффективно и результативно действовать организации и ее подразделениям» [5, с. 29].

Американский ученый Р. Акофф отмечает, что о стратегическом планировании «правильно думать как об управлении неким ... проблемным месивом» [17, с. 137].

Российские ученые-экономисты А.Д. Вачугов и В.Р. Веснин определяют стратегическое планирование как «... набор конкретных целей, которые необходимо достичь к определенному периоду. Они охватывают наиболее общие проблемы развития производства и распределения ресурсов на много лет вперед и разрабатываются самостоятельно по различным направлениям, но при этом подчиняются определенной иерархии. По своему характеру эти планы близки к прогнозам» [10, с. 42]. Данное утверждение имеет определенный недостаток, так как отражает лишь одну из составляющих системы стратегического планирования – стратегические цели предприятия.

По мнению В. Ляско, «стратегическое планирование представляет собой набор действий и решений, предпринятых руководством, которые ведут к разработке специфических стратегий, предназначенных для достижения своих целей» [11, с. 14].

А.И. Ильин отмечает, что «стратегическое планирование является инструментом, с помощью которого формируется система целей функционирования предприятия и объединяются усилия всего коллектива по ее достижению» [9, с. 129].

Обобщение взглядов экономистов-исследователей на сущность категории «стратегическое планирование» позволило сделать вывод, что основная задача стратегического планирования заключается в обеспечении гибкости и открытости к инновациям в деятельности хозяйствующего субъекта, для достижения целей в изменяющейся макроэкономической среде. Отметим, что стратегическое планирование, являясь подсистемой стратегического управления, в то же время выступает и ключевым элементом любой принимаемой стратегии.

Анализируя взгляды разных ученых экономистов на сущность и содержание стратегии, отметим, что понятие стратегии за последние полвека претерпело определенную трансформацию вследствие изменяющихся условий глобальной экономической конъюнктуры, вызванных чередой экономических кризисов, потрясших мировую экономику. Однако сущность, которую так или иначе закладывают исследователи в данную категорию, четко прослеживается. Наиболее емко и лаконично, на наш взгляд, ее определил М. Армстронг, отметив, что «стратегия – это подход, выбранный для достижения конкретных целей в будущем», а также то, что «формулировка и практическая реализация ... стратегии представляют собой процесс выработки направления движения, а также решений по оптимальному использованию ресурсов и обеспечению стратегического соответствия» [2, с. 49].

Наличие сформулированной стратегии представляет эффективный инструмент в управлении происходящими в экономике процессами, что выражается в качестве принимаемых решений, координации действий, а также консолидации всех усилий и возможностей на выполнении поставленных долгосрочных целей. В конечном итоге стратегия подразумевает не только или не столько наличие плана, как необходимо конкурировать здесь и сейчас, в сложившихся внутренних и внешних экономических условиях, но и четкого видения того,

чем станет планируемый объект в будущем, его позиционирование в конкурентной среде. По этому поводу Р. Грант писал, что «стратегия должна быть в большей степени сосредоточена не на приспособлении и распределении ресурсов, а на максимально полном использовании ресурсов и всех других возможностей – на их пределе» [6, с. 38].

На основе результатов проведенного анализа опубликованных источников информации мы считаем, что стратегическое планирование следует рассматривать как процесс разработки и реализации стратегии формирования и развития предприятия как социально-экономической системы в будущем на основе прогнозирования изменений тенденций, определяющих параметров внешней среды, приоритетных направлений и методов целенаправленного постоянного поддержания динамичной пропорциональности и эффективного использования стратегических ресурсов [9, 14].

Развитие любой экономики независимо от национальной принадлежности, всегда представляется результирующей совокупностью усилий хозяйствующих субъектов, осуществляющих свою деятельность в рамках проводимой определенной государственной политики. Однако экономическая политика, в свою очередь, является отражением принимаемых государством долгосрочных целей, определяющих приоритетные направления развития национальной экономики. Базисом и залогом успешного и эффективного развития, в первую очередь, является государственная стратегия, государственная политика в данном случае является вторичной и выступает лишь средством достижения спрогнозированного в государственной стратегии положения в будущем.

Кроме того, значимость принимаемых государственных стратегий объясняется еще и тем, что разработка стратегического плана социально-экономической деятельности развития любого предприятия, независимо от сферы деятельности, невозможна без анализа принятой стратегии развития страны или регионов. Для предприятий, в процессе планирования их хозяйственной и особенно инвестиционной деятельности, определяющим фактором выступает четкое понимание перспектив, то есть такого состояния экономики в среднесрочной или долгосрочной перспективах к какому стремится государство, принимая те или иные программы и стратегии развития.

Однако было бы ошибочным считать, что государственные стратегии разрабатываются и принимаются только лишь для формирования приемлемого состояния бизнес-среды. Прежде всего они должны отвечать таким стратегическим целям, как достижение продовольственной и экономической безопасности страны на международной арене и обеспечение социальной стабильности и экономической сбалансированности на уровне субъектов. Деятельности и перспективам развития хозяйствующих субъектов в данном случае хоть и отводится ключевое место в экономической системе, но лишь как инструменту реализации принятых стратегий.

Вместе с тем государственная стратегия, как и любая другая, должна базироваться на диалектическом единстве стратегического анализа и стратегического планирования, при этом логически анализ предшествует планированию и проводится в соответствии со следующим алгоритмом (рис. 2).

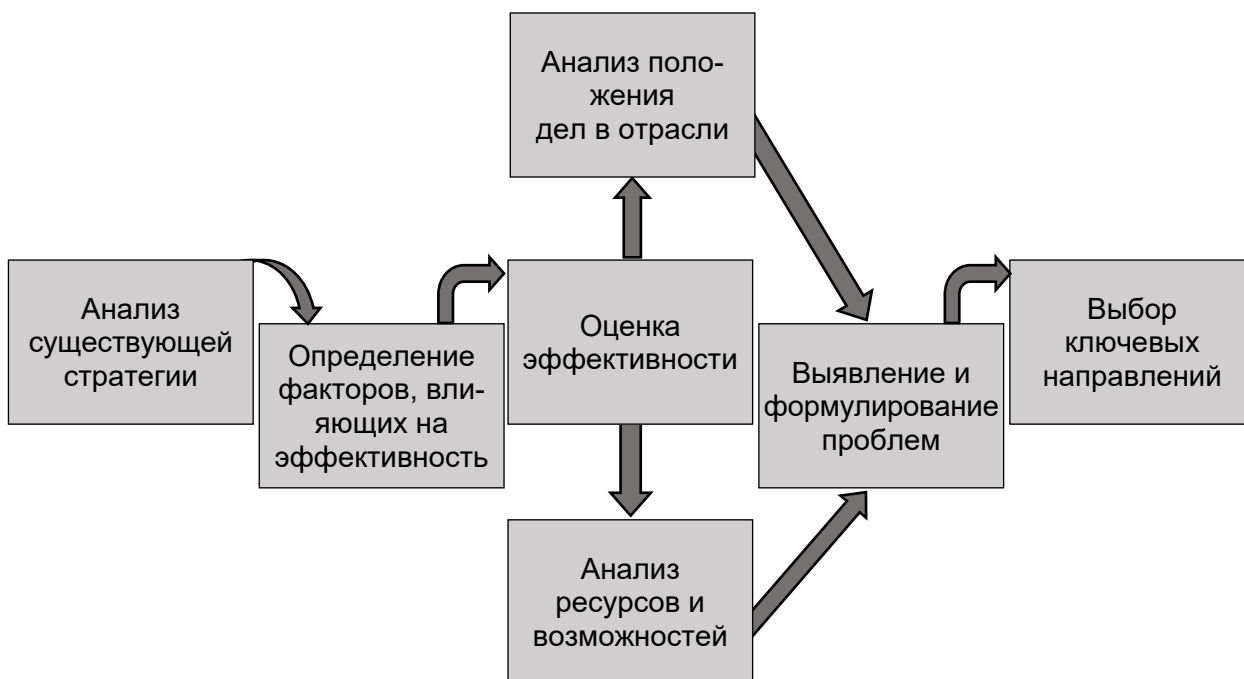


Рисунок 2 – Алгоритм проведения стратегического анализа государственных стратегий

Источник: с использованием разработок, представленных в [6, с. 50-51].

1. Анализ существующей стратегии. Первоочередной задачей является определение того, существует ли стратегия на сегодняшний день, и если да, то в чем ее суть, иными словами, какие основные цели она преследует и в чем заключаются ее ключевые задачи.

2. Определение факторов, влияющих на эффективность. После того как выявлено наличие либо отсутствие государственной стратегии, а также раскрыта ее концептуальная сущность, определяются критерии эффективности, принципы ее формирования, а также внутренние и внешние факторы, предопределяющие особенности ее формирования и реализации.

3. Оценка эффективности. Определение того, насколько эффективна существующая государственная стратегия методом анализа отрасли, которую она призвана регулировать, через сопоставление обозначенных целевых индикаторов государственной стратегии с фактическим состоянием внутренней и внешней экономической конъюнктуры, а также выявление потенциальных резервов и возможностей.

4. Выявление и формулирование проблем. На базе проведенного анализа существующих программ, включающего в том числе анализ эффективности их реализации, выявляются узкие направления, в которых целевые индикаторы достигнуты не были. Вместе с тем в рамках данного этапа анализируются причины отклонения фактических результатов от прогнозируемых.

5. Выбор ключевых направлений. По результатам проведенного анализа определяются первоочередные проблемы, формируются цели и задачи. При этом основным условием их принятия к реализации является достижимость ключевых целевых индикативных показателей эффективности.

Отметим, что данные этапы выступают в качестве одного из элементов стратегического планирования и разрабатываются в предплановый период.

Исследуя сущность стратегического планирования в контексте государственного планирования как элемента управления формированием государственных стратегий различных уровней, отметим, что процесс планирования должен базироваться на единстве ресурсов (ресурсный подход) и организационных возможностей, исходя из следующего принципа: государственная стратегия направлена на то, чтобы ресурсы и потенциал отраслей, входящих в состав национальной экономики, соответствовали вызовам, предъявляемым внешней экономической средой.

Рациональное распределение имеющихся ресурсов (ресурсный подход) [19] заключается в формировании такой стратегии функционирования системы, при которой достижение целевых индикаторов обусловлено эффективным сочетанием материальных, нематериальных и человеческих ресурсов. Отметим, что поиск баланса в сочетании ресурсов и поставленных целей должен выстраиваться не на простом декларировании целей без привязки к особенностям территориальных субъектов или отраслей (социальных или экономических), а на разработке гибкой системы с возможностью адаптации ее к изменяющимся условиям как внутренней, так и внешней среды. Это особенно актуально в условиях России, ввиду значительной территориальной рассредоточенности и различного уровня экономического развития регионов. Кроме того, национальные особенности могут также вносить свои существенные коррективы в разработку стратегий на региональных и муниципальных уровнях, поэтому следует делать ставку на использовании уникальных преимуществ, свойственных конкретному объекту планирования.

Организационные возможности представляют собой своего рода связующее звено между всеми теми ресурсами, которые есть в распоряжении государства и которые мобилизованы в рамках реализации той или иной стратегии [6]. Эффективное использование организационных возможностей подразумевает формирование такого организационного механизма государственного управления, который позволит, оперативно реагируя на внешние факторы воздействия, корректировать некоторые функции управления с целью перераспределения имеющегося в распоряжении ресурсного потенциала, для достижения максимально го уровня эффективности в изменяющихся условиях хозяйствования.

Однако чтобы данный механизм работал, необходимо, во-первых, чтобы процесс планирования осуществлялся на постоянной основе; во-вторых, плановые показатели должны быть соподчинены и взаимоувязаны с конкретными мероприятиями, ответственными исполнителями и имеющимися (или привлекаемыми для этого) ресурсами; в-третьих, в его разработке и реализации было предусмотрено четкое разделение функций субъектов, определяющих плановые задания, и структурных подразделений, ответственных за их исполнение [7, с. 31].

Анализируя сущность стратегического планирования, мы придерживаемся взглядов Громова Е.И., определяющий его как «совокупность взаимосвязанных процедур и принимаемых на основе получаемых результатов управленческих решений, которые являются основой для формирования стратегии социально-экономического развития страны, региона или отдельных его территорий, направленных на достижение целей их функционирования» [7, с. 30].

Любая принимаемая государственная стратегия независимо от сферы, которую она призвана регулировать, в своей основе направлена на развитие. Развитие в свою очередь, в данном контексте, предполагает поиск такой комбинации определенных качественных и структурных перемен, которые позволят добиться оптимальных параметров состояния планируемого объекта в долгосрочной перспективе. Суть данного состояния будет заключаться в выработке новой, более сложной внутренней формы, устойчивой к внешним воздействиям, но в то же время имеющей способность адаптироваться под воздействием внешней конъюнктуры без потери качественных характеристик системы, иными словами, способной обеспечивать динамичное равновесие.

Выдвинутые выше постулаты в значительной степени обозначают лишь целевые ориентиры, то есть те состояния, к которым необходимо стремиться в процессе осуществления стратегического планирования и стратегического управления, однако добиться идеальной системы в современных условиях мироустройства в принципе невозможно. Как отмечал А.А. Богданов, «всякая жизнеспособность относительна: она существует только по отношению к той или иной данной среде, и элементы, в высшей степени приспособленные для одной среды, в другой среде ... окажутся мало приспособлены и неустойчивы» [4, с. 215-216]. Нарастание количественных изменений, проблематизирующих прежнее качество, и возникающий при этом кризис между «формой» и «содержанием» механизма деятельности стимулируют

отход государства от консервативности и переход к новому состоянию, новому уровню (ради сохранения себя как целостности). Новое «качество» и есть новая форма деятельности, расположенная на более высоком уровне развития. При этом акту развития присущи два основных момента: проблематизация прежнего устройства и депроблематизация за счет комплексного либо точечного развития системы. В соответствии с этим процесс управления стратегическим планированием должен осуществляться по следующему алгоритму (рис. 3).

На первом этапе, прежде всего, определяют качественные и количественные характеристики желаемого состояния планируемого объекта в будущем, и их сопоставление с фактическим уровнем. В результате определяются проблемные места, а также анализируются причины отклонений от искомого состояния развития (1). Конкретизируются цели и задачи, выполнение которых будет способствовать реализации принимаемой стратегии. При этом, вне зависимости от вида принимаемой стратегии, следует проводить не только количественный, но и качественный анализ как внутренней, так и внешней экономической среды. В современных условиях необходимо корректно определять, в какой фазе экономического цикла находится экономика (стабильное развитие, кризис, депрессия, оживление или подъем) и в течение какого времени будет осуществлен переход в следующую фазу. Важность подобного позиционирования исходит из самого принципа функционирования экономики в момент прохождения той или иной фазы и значительно влияет на вид и перечень мероприятий, которые целесообразно осуществлять, что в свою очередь будет способствовать повышению эффективности использования потенциала отечественной экономики.

Этапы 1, 2 и 3 (целепостановка, поиск возможных альтернатив развития и оценка средств и методов их достижения) тесно взаимосвязаны. Ограниченность ресурсов (производственных, интеллектуальных, административных и др.) в значительной степени сужает и в определенной мере предопределяет выбор возможных путей развития и средств их осуществления. Задача в данном случае будет сводиться к выбору такого варианта стратегии (4), который оптимально и комплексно воздействовал на экономическую и социальную сферы.

Любые значительные изменения внутренних (снижение покупательной способности населения, повышение уровня бедности, рост социального недовольства и др.) или внешних условий (повышение волатильности рубля, санкции и др.), возникающие в процессе реализации принимаемой стратегии выводят ее из состояния равновесия и могут вызывать локальные кризисы. Чтобы подобного не произошло, выстраиваемая система должна обладать чувствительностью к проблематизации. Иначе постепенное усиление дисгармонии, пройдя критическую точку, способно усугубить ситуацию не только до возможности полного невыполнения целевых индикаторов стратегии, но и к регрессу с появлением социального или экономического кризиса. Ответственность в данном случае лежит на тех органах государственной власти, которые занимаются разработкой и принятием стратегии (5), а также контролем за ее реализацией (6).

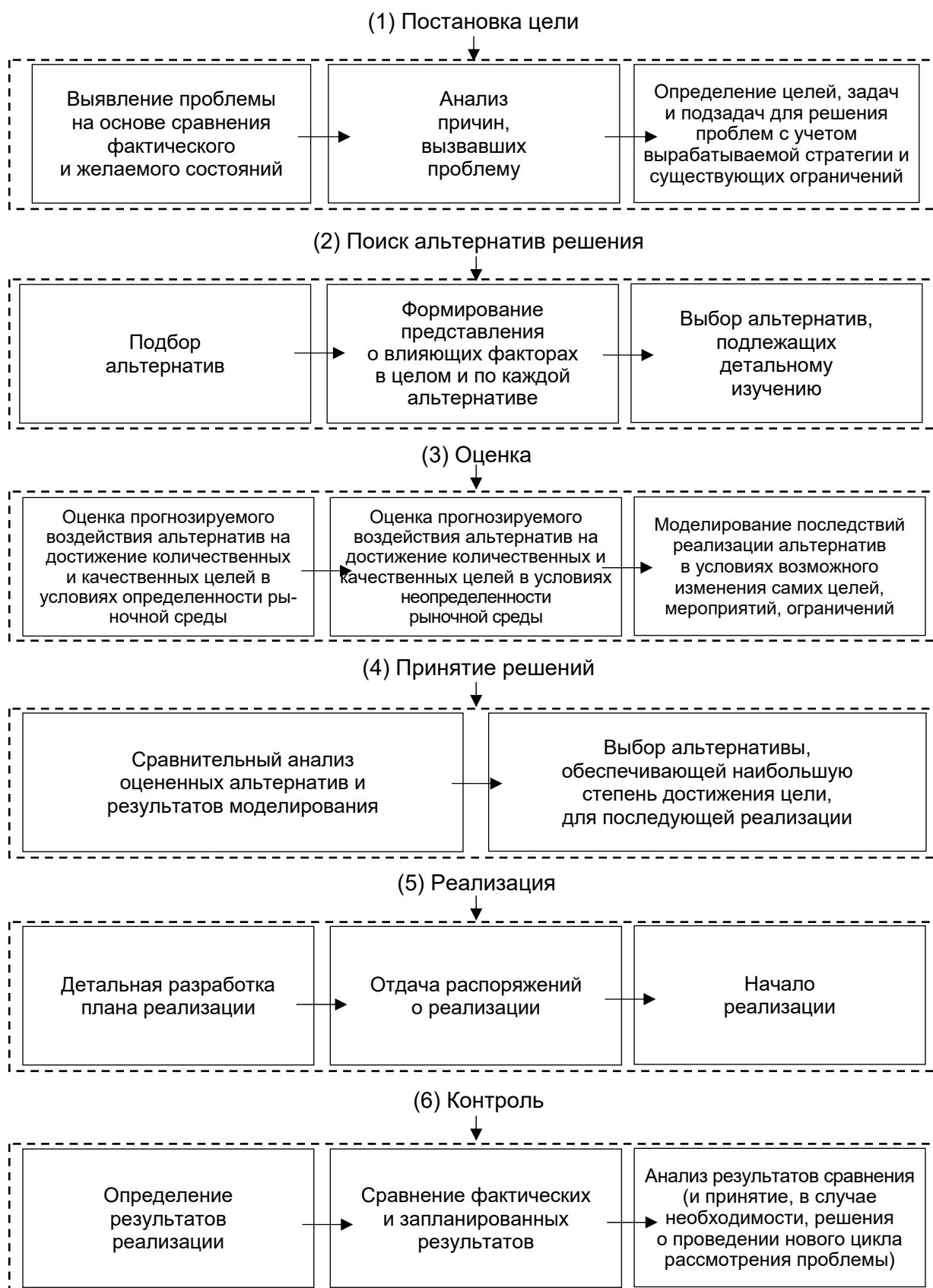


Рисунок 3 – Управление стратегическим планированием

Источник: разработано с использованием [18, с. 46-47].

Представленный алгоритм управления в определенной степени является универсальным и в полной мере может использоваться как при разработке стратегий федерального уровня, так и на уровне региона, муниципалитета, отдельной отрасли или сектора экономи-

ки, отличие будет заключаться лишь в масштабах и приоритетности целей, преследуемых при разработке того или иного варианта стратегии.

Библиография

1. Армстронг, М. Практика управления человеческими ресурсами: учебник / М. Армстронг; пер. с англ. под ред. С.К. Мордовина. – 10-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2010. – 848 с.
2. Армстронг, М. Практика управления человеческими ресурсами / М. Армстронг, С. Тейлор. – 14-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 1040 с.
3. Балабанова, А.В. Управление экономическим ростом: модели и стратегии. / А.В. Балабанов. – Москва : Российская Академия предпринимательства, 2004. – 240 с.
4. Богданов, А.А. Тектология: всеобщая организационная наука; в 2 кн. / А.А. Богданов. – Москва: Экономика, 1989. – 302 с.
5. Виханский, О.С. Стратегическое управление / О.С. Виханский. – Москва: Гардарики, 2003. – 433 с.
6. Грант, Р. Современный стратегический анализ / Р. Грант. – 9-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2020. – 672 с.
7. Громов, Е.И. Стратегическое планирование устойчивого развития сельских территорий: дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Е.И. Громов. – Ставрополь, 2018. – 371 с.
8. Дойль, П. Менеджмент: стратегия и тактика / П. Дойль; пер. с англ. Т. Карасевич и др. – Санкт-Петербург : Питер, 1999. – 559 с.
9. Ильин, А.И. Планирование на предприятии: учебник / А.И. Ильин. – Минск: Новое издание, 2001. – 2-е изд., перераб. – 625 с.
10. Любанова, Т.П. Стратегическое планирование на предприятии / Т.П. Любанова, Л.В. Мясоедова, Ю.А. Олейникова. – Москва: ПРИОР, 2007. – 272 с.
11. Ляско, В.И. Стратегическое планирование развития предприятия: учеб. пособие для вузов / В.И. Ляско. – Москва: Экзамен, 2005. – 288 с.
12. Маркова, А.Л. Стратегическое планирование развития сельских территорий / А.Л. Маркова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1–2 (40–41). – С. 266–272.
13. Мескон, М.Х. Основы менеджмента: пер. с англ. / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – М.: «Дело ЛТД», 1995. – 704 с.
14. Минцберг, Г. Школы стратегий / Г. Минцберг, Б. Альстрэнд, Д. Лэмвелл; [Пер. с англ. Д. Раевская, Л. Царук под общ. ред. Ю. Каптуревского]. – СПб. [и др.] : Питер, 2000. – 330 с.
15. Планирование на предприятии АПК / К.С. Терновых, А.С. Алексеенко, А.С. Анненко и др.; под ред. К.С. Терновых. – Москва КолосС, 2006. – 333 с.
16. Портер М. Конкуренция / Майкл Э. Портер. Обновленное и расширенное изд. – Москва [и др.] : Вильямс, 2010. – 591 с.
17. Социокультурные проблемы истории регионов материалы международной науч.-практ. конф. 13–14 марта 2012 г., станица Куцеская; под ред. Н.Б. Акоевой; Северо-Кубанский гуманитарно-технологический институт. – Станица Куцеская: Издательский центр СК ГТИ, 2012. – 160 с.
18. Хан Д. Пик. Планирование и контроль. Стоимостно-ориентированные концепции контроллинга: практическое издание / Д. Хан, Х. Хунгенберг; пер. с нем. ; авторы предисловия и научные редакторы Л.Г. Головач, М.Л. Лукашевич и А.А. Турчак. – Москва: Финансы и статистика, 2005. – 928 с.
19. Barney, J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 1991, Vol. 17, No. 1, pp. 99-120.

References

1. Armstrong, M. A Handbook of Human Resource Management Practice. Tenth edition. Publisher: Kogan Page Business Books, 2006, 880 p.
2. Armstrong, M. with Taylor, S. Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice: Building Sustainable Organisational Performance Improvement, 14th Edition. Publisher: Kogan Page Business Books, 2018, 1024 p.
3. Balabanova A.V. Management of economic growth: models and strategies. Moscow, Publishing House of Russian Academy of Entrepreneurship, 2004, 240 p.
4. Bogdanov, A.A. Tectology: General Organizational Science. In 2 books. Moscow, Ekonomika Publishing House, 1989, 302 p.
5. Vikhansky, O.S. Strategic management. Moscow, Gardariki Publishing House, 2003, 433 p.
6. Grant, R.M. Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, United Kingdom, 2016, Ninth Edition, 760 p.
7. Grant, R.M. Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, United Kingdom, 2016, Ninth Edition, 760 p.
8. Doyle, P. Marketing Management and Strategy. Published by Prentice Hall PTR, 1998, 544 p.
9. Pyin, A.I. Planning at an enterprise: textbook. Minsk, Novoe Izdanie Publishing House, 2001, 2nd ed., revised, 635 p.

10. Lyubanova, T.P., Myasoedova, L.V., and Oleinikova Yu.A. Strategic planning at an enterprise. Moscow, PRIOR Publishing House, 2007, 272 p.
11. Lyasko, V.I. Strategic planning of enterprise development: textbook for high schools. Moscow, Examen Publishing House, 2005, 288 p.
12. Markova A.L. Strategic planning of rural territories development. Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2014, No. 1–2 (40–41), pp. 266–272.
13. Mescon, M.H., Albert, M., and Khedouri, F. Management. New York: Harper & Row, 1988, 777 p.
14. Mintzberg H., Ahlstrand, B., and Lampel J. Strategy Safari. A guided tour through the wilds of strategic management (10 School of Thoughts). Pearson, 2005, 330 p.
15. Ternovykh, K.S., Alekseenko, A.S., Annenko, A.S., etc. Planning at the agro-industrial complex enterprise; edited by K.S. Ternovykh. Moscow, KolosS Publishing House, 333 p.
16. Porter, M.E. On Competition. A Harvard Business Review Book, updated and enlarged edition. Boston; Toronto; London, 1998. 485 p.
17. Social and cultural problems of the history of regions: materials of the international scientific and practical conference, March 13-14, 2012, Stanitsa Kushchevskaya; edited by N.B. Akoeva. Stanitsa Kushchevskaya, North Kuban Humanitarian and Technological Institute Publishing Center, 2012, 160 p.
18. Hahn, D and Hungenberg, H. P&C. Planning and Control. Value based concepts of controlling : a practical edition. Published by Gabler Verlag, 2001, 1231 p.
19. Barney, J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Journal of Management, 1991, Vol. 17, No. 1, pp. 99-120.

Сведения об авторах

Терновых Константин Семенович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, e-mail: Ktern@yandex.ru.

Авдеев Евгений Валентинович – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, e-mail: avdeev1707@mail.ru.

Information about authors

Konstantin S. Ternovykh, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh,

Evgeny V. Avdeev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: avdeev1707@mail.ru.

УДК 332.14

А.И. Худобин

СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Аннотация. Идентификация структуры региональной экономической политики представляет собой научно-исследовательский акт, во-первых, позволяющий получить комплексное представление о ее содержании; во-вторых, проследить эволюцию региональной экономической политики; в-третьих, выполнить действия по оценке эффективности экономической политики в целом и ее отдельных компонентов. Актуальность исследования структуры региональной экономической политики обусловлена в первую очередь тем, что ее содержание претерпевает постоянные изменения, обусловленные совершенствованием науки и практики управления пространственным развитием. В статье представлена характеристика трех основных сегментов региональной экономической политики: целевого, содержательного и инструментального. Целевой сегмент составляют обслуживаемые интересы и вытекающие из этого политические цели и задачи. Содержательный сегмент представляют конкретные сферы политических решений и деятельности по реализации целевых установок. Инструментальный сегмент включает методы осуществления политической деятельности по развитию экономики регионов. Показано, все большую актуальность такой элемент содержательного сегмента региональной экономической политики как эффективное управление государственной и муниципальной собственностью.

Ключевые слова: региональная экономическая политика, структурные элементы, целевой сегмент, содержательный сегмент, инструментальный сегмент.

STRUCTURE OF REGIONAL ECONOMIC POLICY

Abstract. Identification of the structure of regional economic policy is a research act, first, allowing you to get a comprehensive understanding of its content; second, to trace the evolution of regional economic policy; third, to perform actions to assess the effectiveness of economic policy as a whole and its individual components. The relevance of the study of the structure of regional economic policy is primarily due to the fact that its content is undergoing constant changes due to the improvement of the science and practice of spatial development management. The article presents the characteristics of three main segments of regional economic policy: targeted, substantive and instrumental. The target segment consists of the interests served and the resulting political goals and objectives. The content segment is represented by specific areas of policy decisions and activities for the implementation of targets. The instrumental segment includes methods of implementing political activities for the development of the regional economy. It is shown that such an element of the content segment of regional economic policy as effective management of state and municipal property is becoming increasingly relevant.

Keywords: regional economic policy, structural elements, target segment, content segment, tool segment.

Введение. Такую большую страну как Россия со значительными различиями между регионами невозможно развивать посредством только рыночных механизмов. Для обеспечения единства экономического пространства, свободы движения товаров, денежного и человеческого капитала, для обеспечения достижения роста благосостояния населения на всей территории страны, для достижения комплекса отраслевых и региональных целей требуется постоянное вмешательство государства [2]. Одним из действенных инструментов государственного пространственным развитием страны служит региональная экономическая политика. П.А. Минакир отмечает, что увеличение значения региональной экономической политики в России произошло с начала 2000-х гг. как реакция на усиление дифференциации в структуре экономического пространства. Это стало восприниматься как угроза единству страны в политическом, социальном, экономическом аспектах [6].

Важной теоретической и практической проблемой является определение структуры региональной экономической политики. Любой объект может быть представлен как совокупность составляющих его элементов. Это верно и в отношении региональной экономической политики. Однако публикации по этой тематике содержат, как правило, частичное описание отдельных компонентов региональной экономической политики.

А.Г. Жакевич, отмечая, что государственная региональная экономическая политика является составной частью общей социально-экономической политики государства, интегрирующей региональные и местные аспекты развития страны, полагает, что основным принципом управления региональным развитием является децентрализация [3]. В такой трактовке региональной экономической политики и основного принципа управления региональным

развитием имеются явные и скрытые противоречия. Во-первых, региональную экономическую политику в масштабах страны генерирует и проводит федеральный центр, а в масштабах региона – соответствующий субъект федерации. То есть в любом случае имеет место централизованное управление – либо на уровне страны, либо на уровне региона. Во-вторых, основным принципом управления любой социально-экономической системой должна быть реализация комплекса интересов, носителями которых являются представители субъекта и объекта управления. В нашем случае – это комплекс народнохозяйственных и региональных интересов. Возведение децентрализации в ранг основного принципа управления региональным развитием обслуживает иные интересы.

Е.Р. Метелева считает, что главной стратегической целью, достижение которой которую призвана обеспечивать региональная политика должна быть целостность территории страны, нивелирование проявлений сепаратизма и формирование не номинальной, а реальной общности людей, не только объединенных единой территорией и политическим устройством, но разделяющих некоторые общие ценности и идеи [5]. По аналогии можно утверждать, что главной стратегической целью политики отдельно взятого региона должна быть целостность территории региона.

Е.С. Устинович выделяет следующие направления региональной экономической политики: 1) формирование бюджета субъекта Российской Федерации; 2) формирование налогового потенциала субъекта Российской Федерации; 3) формирование кредитно-денежной политики; 4) региональная инвестиционная политика; 5) политика в отношении поддержки и развития предпринимательства; 6) законодательное обеспечение экономической деятельности в субъекте Российской Федерации; 7) экономическая политика субъекта Российской Федерации в отраслевом разрезе; 8) внешнеэкономическая деятельность субъекта Российской Федерации [12].

В.В. Каюков, В.Н. Лаженцев и А.П. Шихвердиев называют среди прочих следующие перспективные сферы экономической деятельности регионов: рационально использовать имеющуюся региональную и муниципальную собственность; совершенствовать регламенты и стандарты в охране окружающей среды [4].

Е.М. Бухвальд и О.Н. Валентик обращают внимание на то, что понятия «региональная политика» и «политика регионального развития» имеют два аспекта или два уровня реализации, которые не всегда четко разделяются исследователями. В большинстве случаев такая политика как к субъекту управления адресуется федеральному центру. В таком случае именно федеральный центр выступает в роли субъекта управления, а регионы – как управляемые объекты или, если говорить точнее, как объекты управляющего и стимулирующего воздействия, осуществляемого с учетом законодательно установленного разграничения полномочий между Федерацией и ее субъектами. Однако субъектами региональной политики или политики регионального развития могут выступать также и субъекты Федерации, а управляемыми объектами – субрегиональные территориальные структуры, прежде всего муниципальные образования [8]. Следовательно, дефиниция «Региональная политика» имеет два основных значения: 1) политика федерального центра в отношении развития регионов; 2) политика отдельных регионов.

Изложение основного материала исследований и его обсуждение. Исходя из выполненного обзора публикаций, следует, что структура региональной экономической политики определяется по ряду существенных признаков, включая: а) обслуживаемые интересы и вытекающие из этого политические цели и задачи; б) конкретные сферы политических решений; в) применяемые инструменты.

Структура целевого сегмента региональной экономической политики представлена на рисунке 1.

Элементы целевого сегмента региональной экономической политики определены в соответствии с Указом Президента Российской Федерации «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» от 16.01.2017 г. №13.



Рис. 1. Структура целевого сегмента региональной экономической политики [7]

Содержательный сегмент региональной экономической политики представляют конкретные сферы политических решений и деятельности по реализации целевых установок. Особое место среди них занимает фискальная составляющая. По оценкам С.М. Степановой, И.А. Смирновой и В.Ф. Коробовой, регионы в РФ получают лишь около 46% от всех налоговых сборов, в то время как больше половины денежных средств поступает в федеральный бюджет. С целью выравнивания бюджета правительство РФ распределяет регионам дотации, а также выделяет субвенции и субсидии для исполнения конкретных проектов. Проблема заключается в том, что дотации могут выдаваться примерно два раза в год, в то время как расходы присутствуют на постоянной основе. Отсюда возникает так называемый кассовый разрыв, а именно нехватка денег. Данные разрывы власти субъектов покрывают за счет кредитов и иных займов [11].

Заметим, что доля конкретного региона в бюджетных поступлениях может заметно отличаться от среднего уровня. Так, судя по данным таблицы 1, в 2020 г. в консолидированный бюджет Белгородской области поступило 71,8% администрируемых доходов по региону.

**Таблица 1 – Поступления администрируемых доходов по Белгородской области за 2020 г.
(рассчитано по данным Федеральной налоговой службы [12])**

Администрируемые доходы	Поступило в консолидированный бюджет РФ	в том числе:		
		в федеральный бюджет	в консолидированный бюджет субъекта РФ	
	млн. руб.	млн. руб.	млн. руб.	в % к итогу
Всего поступило доходов	115840,1	32666,5	83173,6	100
Налог на прибыль	31430,1	3905,9	27524,2	33,1
НДФЛ	32760,2	X	32760,2	39,4
НДС	26110,6	26110,6	X	X
Акцизы	1499,7	261,9	1237,8	1,5
Налог на имущество физических лиц	1147,6	X	1147,6	1,4
Налог на имущество организаций	8010,9	X	8010,9	9,6
Транспортный налог	2023,1	X	2023,1	2,4
Земельный налог	4952,5	X	4952,5	6,0
НДПИ	1751,3	528,8	1222,5	1,5
Остальные налоги и сборы	6154,0	1859,2	4294,8	5,2

В последнее время приобретает все большую актуальность такой элемент содержательного сегмента региональной экономической политики как эффективное управление государственной и муниципальной собственностью. Речь идет не только об оптимизации размеров и структуры собственности, о развитии государственного предпринимательства. В.А. Плотников, исходя из выполненного анализа влияния частной собственности на эффективность экономики, приходит к выводу, что в современных условиях это влияние не является определяющим. В этой связи ориентация на развитие конкуренции путем «ухода» государства из экономики может не только не способствовать росту экономической эффективности, но и прямо препятствовать решению задач социального развития [10].

Третьим важнейшим элементом содержательного сегмента является взаимодействие публичной власти и частных бизнес-структур. Вектор развития российской социально-экономической системы в экономическом пространстве регионов в настоящее время задается управляемым взаимодействием публичной власти и региональных бизнес структур [1].

Элементы содержательного сегмента региональной экономической политики тесно связаны с элементами инструментального сегмента. Так, основными инструментами фискальной политики служат налоги, трансферты и закупки товаров и услуг для государственных и муниципальных нужд.

А.С. Новоселов подразделяет инструменты региональной экономической политики на следующие группы: выполняющие распределительные функции, стимулирующие осуществление отдельных направлений региональной политики, регулирующие действия предприятий, организаций и региона в целом, а также обеспечивающие организационно-координационные функции [9].

Основные элементы содержательного и инструментального сегментов региональной экономической политики представлены на рисунке 2.

Содержание региональной экономической политики претерпевает постоянные изменения. Так, М.А. Шаталов и А.Ф. Бейлина отмечают, что в последние годы произошел сдвиг в «парадигме» регионального развития. Политика регионального развития с использованием рычагов субсидирования регионов и реализации приоритетных национальных проектов сменилась концепцией пространственного развития страны путем создания институтов, обеспечивающих устойчивое развитие макрорегионов на базе специализации, кооперации и интеграции [14].

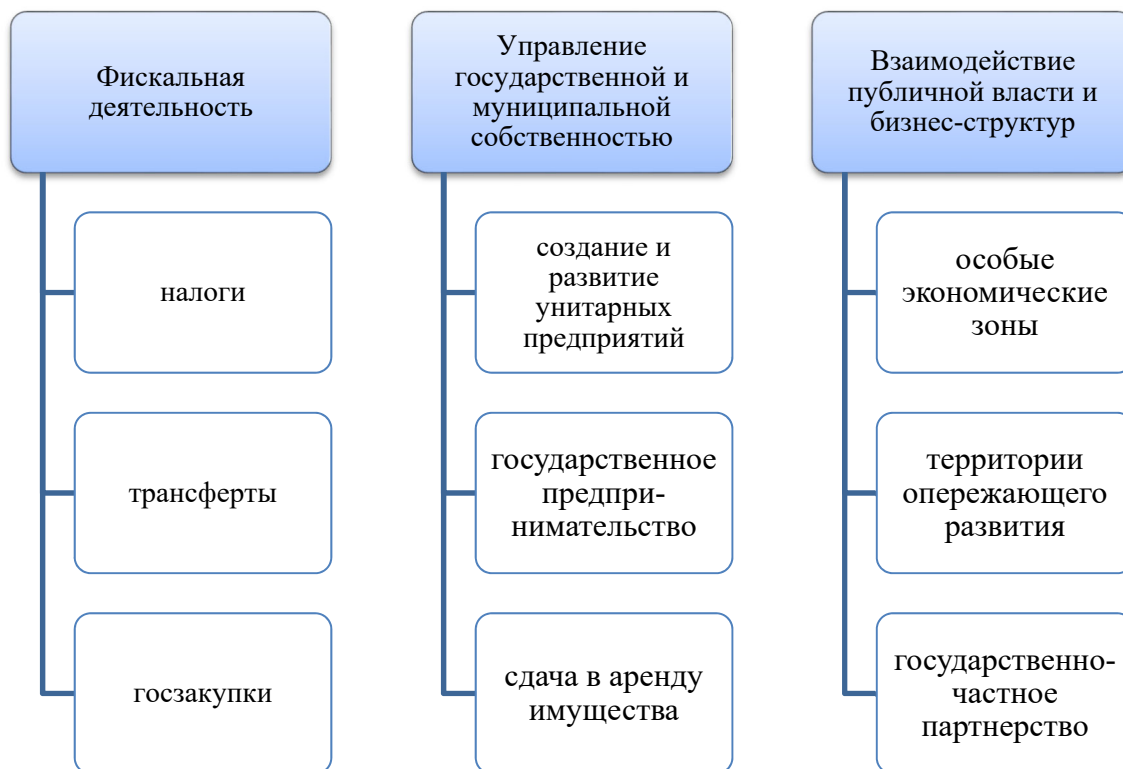


Рис. 2 - Основные элементы содержательного и инструментального сегментов региональной экономической политики

Поэтому целесообразно периодически и более обоснованно проводить работы по идентификации структуры региональной экономической политики, что позволит в конечном итоге вырабатывать рекомендации по совершенствованию управления пространственным развитием.

Выводы. Региональная экономическая политика представляет собой комплекс взаимосвязанных сегментов. Состав целевого сегмента определяется народнохозяйственными, региональными и частными интересами граждан Российской Федерации. Содержательный сегмент включает сферы деятельности субъектов региональной экономической политики, инструментальный – методы, механизмы, инструменты принятия и реализации политических решений.

Идентификация поэлементной структуры региональной экономической политики служит важным предварительным этапом работ по оценке эффективности целеполагания, определения сфер и направлений политической деятельности, применяемых инструментов. Важность этого этапа состоит в том, что региональная экономическая политика реализуется вне зависимости от того, декларируются ли ее положения или нет. Отсюда следует, что для объективной оценки эффективности региональной экономической политики необходимо предварительно идентифицировать ее реальные, фактические составляющие.

Библиография

1. Аничин В.Л. Формы и механизмы взаимодействия публичной власти и региональных бизнес-структур / В.Л. Аничин, А.Ю. Желябовский // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 93-99.
2. Виленский А.В. К вопросу о различиях в уровнях социально-экономического развития российских регионов / А.В. Виленский // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10. № 8-1. С. 372-380.
3. Государственное управление региональным развитием Российской Федерации: Монография / Под общ. ред. А.В. Косевича. – М.: МИЭП, 2016. – 212 с.
4. Каюков В.В. Экономическая политика и институты развития регионов / В.В. Каюков, В.Н. Лаженцев, А.П. Шихвердиев // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 4. С. 996-1008.
5. Метелева Е.Р. Специфика современного регионального сепаратизма и государственная политика / Е.Р. Метелева // Вестник евразийской науки. 2020. Т. 12. № 2. С. 55.
6. Минакир П.А. Пространственные эффекты в экономике и управлении / П.А. Минакир // Экономика и управление. 2011. № 5 (67). С. 22-33.

7. Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года / Указ Президента Российской Федерации от 16.01.2017 г. № 13. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/110051/>
8. Политика регионального развития в современной России: приоритеты, институты и инструменты: Научная работа / Отв. ред. д.э.н. проф. Е.М. Бухвальд. – М.: ИЭ РАН, 2018. – 250 с.
9. Региональная экономическая политика субъекта Федерации: принципы, формы и методы реализации / Маршалова А.С., Ковалева Г.Д., Унтура Г.А. и др./ под ред. А.С. Новоселова. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. – 520 с.
10. Плотников В.А. Структура собственности и решение задач социального развития / В.А. Плотников // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2020. № 3 (45). С. 14-18.
11. Степанова С.М. Оценка государственного долга регионов Центрального федерального округа / С.М. Степанова, И.А. Смирнова, В.Ф. Коробова // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 2 (51). С. 26-31.
12. Устинович Е.С. Вопросы структуры категории "региональная экономическая политика" в современной политической науке / Е.С. Устинович // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. 2020. Т. 10. № 4. С. 123-128.
13. Федеральная налоговая служба. Налоговая аналитика. Поступления по субъекту РФ. Белгородская область 2020 г. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://analytic.nalog.ru/portal/index.ru-RU.htm>
14. Шаталов М.А. Формирование эффективной региональной политики: барьеры и драйверы / М.А. Шаталов, А.Ф. Бейлина // Вестник НГИЭИ. 2019. № 12 (103). С. 95-104.

References

1. Anichin V.L. Formy i mekhanizmy vzaimodeystviya publichnoy vlasti i regional'nykh biznes-struktur / V.L. Anichin, A.YU. Zhelyabovskiy // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 3 (23). С. 93-99.
2. Vilenskiy A.V. K voprosu o razlichiyakh v urovnyakh sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya rossiyskikh regionov / A.V. Vilenskiy // Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra. 2020. Т. 10. № 8-1. С. 372-380.
3. Gosudarstvennoye upravleniye regional'nym razvitiyem Rossiyskoy Federatsii: Monografiya / Pod obshch. red. A.V. Kosevicha. – М.: МИЭР, 2016. – 212 с.
4. Kayukov V.V. Ekonomicheskaya politika i instituty razvitiya regionov / V.V. Kayukov, V.N. Lazhentsev, A.P. Shikhverdiyev // Ekonomika regiona. 2019. Т. 15. № 4. С. 996-1008.
5. Meteleva Ye.R. Spetsifika sovremennogo regional'nogo separatizma i gosudarstvennaya politika / Ye.R. Meteleva // Vestnik yevraziyskoy nauki. 2020. Т. 12. № 2. С. 55.
6. Minakir P.A. Prostranstvennyye efekty v ekonomike i upravlenii / P.A. Minakir // Ekonomika i upravleniye. 2011. № 5 (67). С. 22-33.
7. Ob utverzhenii Osnov gosudarstvennoy politiki regional'nogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda / Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 16.01.2017 g. № 13. [Elektronnyy resurs].– Rezhim dostupa: <http://government.ru/docs/all/110051/>
8. Politika regional'nogo razvitiya v sovremennoy Rossii: priority, instituty i instrumenty: Nauchnaya rabota / Otv. red. d.e.n. prof. Ye.M. Bukhval'd. – М.: ИЭ РАН, 2018. – 250 с.
9. Regional'naya ekonomicheskaya politika sub'yekta Federatsii: printsipy, formy i metody realizatsii / Marshalova A.S., Kovaleva G.D., Untura G.A. i dr./ pod red. A.S. Novoselova. – Novosibirsk: IEOPP SO RAN, 2010. – 520 с.
10. Plotnikov V.A. Struktura sobstvennosti i resheniye zadach sotsial'nogo razvitiya / V.A. Plotnikov // Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii. 2020. № 3 (45). С. 14-18.
11. Stepanova S.M. Otsenka gosudarstvennogo dolga regionov Tsentral'nogo federal'nogo okruga / S.M. Stepanova, I.A. Smirnova, V.F. Korobova // Biznes. Obrazovaniye. Pravo. 2020. № 2 (51). С. 26-31.
12. Ustinovich Ye.S. Voprosy struktury kategorii "regional'naya ekonomicheskaya politika" v sovremennoy politicheskoy nauke / Ye.S. Ustinovich // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya i pravo. 2020. Т. 10. № 4. С. 123-128.
13. Federal'naya nalogovaya sluzhba. Nalogovaya analitika. Postupleniya po sub'yektu RF. Belgorodskaya oblast' 2020 g. [Elektronnyy resurs].– Rezhim dostupa: <https://analytic.nalog.ru/portal/index.ru-RU.htm>
14. Shatalov M.A. Formirovaniye effektivnoy regional'noy politiki: bar'yery i drayvery / M.A. Shatalov, A.F. Beylina // Vestnik NGIEI. 2019. № 12 (103). С. 95-104.

Сведения об авторе

Худобин Артем Игоревич, аспирант кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: artemkhudobin@yandex.ru

Information about author

Khudobin Artem Igorevich, post graduate student of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: artemkhudobin@yandex.ru

УДК 631.15:330.4

Г.В. Колтакова, М.Н. Шевченко, В.Н. Лебедь, Д.Ю. Чугай

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ РЫНОЧНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм управления рыночным потенциалом сельскохозяйственных предприятий, который базируется на использовании эконометрических моделей. Алгоритм управления рыночным потенциалом сельскохозяйственного предприятия включает в себя: анализ рыночной конъюнктуры и рыночных позиций предприятия; разработку бизнес-стратегии предприятия; диагностику рыночной среды; диагностику потенциала; диагностику компонентов рыночного потенциала, разработку математической модели; уточнение стратегии реализации потенциала. Для определения зависимости структурных элементов рыночного потенциала от факторных признаков была использована линейная модель многофакторной регрессии. Составными элементами рыночного потенциала предприятия выделены: финансовый потенциал, торговый потенциал, управленческий потенциал, кадровый потенциал, маркетинговый потенциал, материально-технический потенциал. Проведенный анализ показал, что в исследуемых сельскохозяйственных предприятиях имеются неиспользованные возможности и резервы оптимизации повышения эффективности управления рыночным потенциалом. Результаты исследования свидетельствуют, что у предприятий имеются резервы роста за счет локальных элементов рыночного потенциала. Наибольшие резервы роста в ООО «НПП «АгроЛугань» (ЛНР) скрываются в управлении торговым (122,62%) и управленческим (120,08%) потенциалами, а в ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В. (Белгородская область) в управлении финансовым (187,52%) и управленческим (127,56%) потенциалами. Предприятия также имеют возможность повысить эффективность управления за счет маркетингового и материально-технического потенциалов – ООО «НПП «АгроЛугань» и торгового и кадрового потенциалов – ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В. Отличительной особенностью является возможность проанализировать стратегические приоритеты их развития с имеющимися резервами роста его компонентов. Построение обоснованной стратегической позиции предприятий, проведенной на основе выявленных возможностей роста локальных составляющих рыночного потенциала, является предпосылкой оптимизации управления рыночным потенциалом и достижению конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: стратегия, сельскохозяйственное предприятие, компоненты рыночного потенциала, управление потенциалом, эконометрические модели.

MODELING THE MECHANISM OF MARKET POTENTIAL MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Abstract. The article discusses an algorithm for managing the market potential of agricultural enterprises, which is based on the use of econometric models. The algorithm for managing the market potential of an agricultural enterprise includes: analysis of market conditions and market positions of the enterprise; development of the business strategy of the enterprise; diagnostics of the market environment; diagnostics of potential; diagnostics of market potential components, development of a mathematical model; clarification of the strategy for realizing potential To determine the dependence of the structural elements of market potential on factorial features, a linear multivariate regression model was used. The constituent elements of the market potential of the enterprise are identified: financial potential, trade potential, management potential, human resources, marketing potential, material and technical potential. The analysis showed that the studied agricultural enterprises have untapped opportunities and reserves for optimizing the efficiency of market potential management. The results of the study indicate that enterprises have reserves for growth due to local elements of market potential. The largest growth reserves in LLC NPP AgroLugan (LPR) are hidden in the management of trade (122.62%) and managerial (120.08%) potentials, and in the sole proprietor Chapter K (F) X Odenchuk A.V. (Belgorod region) in the management of financial (187.52%) and managerial (127.56%) potential. Enterprises also have the opportunity to improve management efficiency through marketing and material and technical potential - LLC NPP AgroLugan and trade and human resources - IP Chapter K (F) X Odenchuk A.V. A distinctive feature is the ability to analyze the strategic priorities of their development with the available reserves for the growth of its components. Building a well-grounded strategic position of enterprises, based on the identified growth opportunities for local components of market potential, is a prerequisite for optimizing market potential management and achieving competitive advantages.

Keywords: strategy, agricultural enterprise, market potential components, potential management, econometric models.

Введение. В современных условиях быстрого изменения экономики задачи управления потенциальными возможностями предприятий агропромышленного комплекса весьма актуальны и своевременны. Требуется новые подходы к управлению и планированию дея-

тельности предприятия. Известно, что перспектива функционирования и темпы их развития зависят от ряда факторов. Наличие материально-технической базы, ресурсов и конкурентные преимущества на рынке определяют величину результатов деятельности предприятий, уровень их деловой активности и финансовую устойчивость на перспективу. Инструментом, который позволяет получить объективную информацию о деятельности субъекта хозяйствования, конкурентах, провести сравнение и определить направления дальнейшего его развития, служит рыночный потенциал предприятия. Учитывая это, можно утверждать наличие тесной взаимосвязи между имеющимся рыночным потенциалом субъектов хозяйствования и способностью к эффективному их функционированию в долгосрочном периоде.

Рыночный потенциал сельскохозяйственного предприятия следует рассматривать как систему стратегического управления, которая позволит сельскохозяйственным предприятиям добиться максимально прогнозируемых результатов при внешних ограничениях, с учетом уровня использования имеющихся возможностей предприятия.

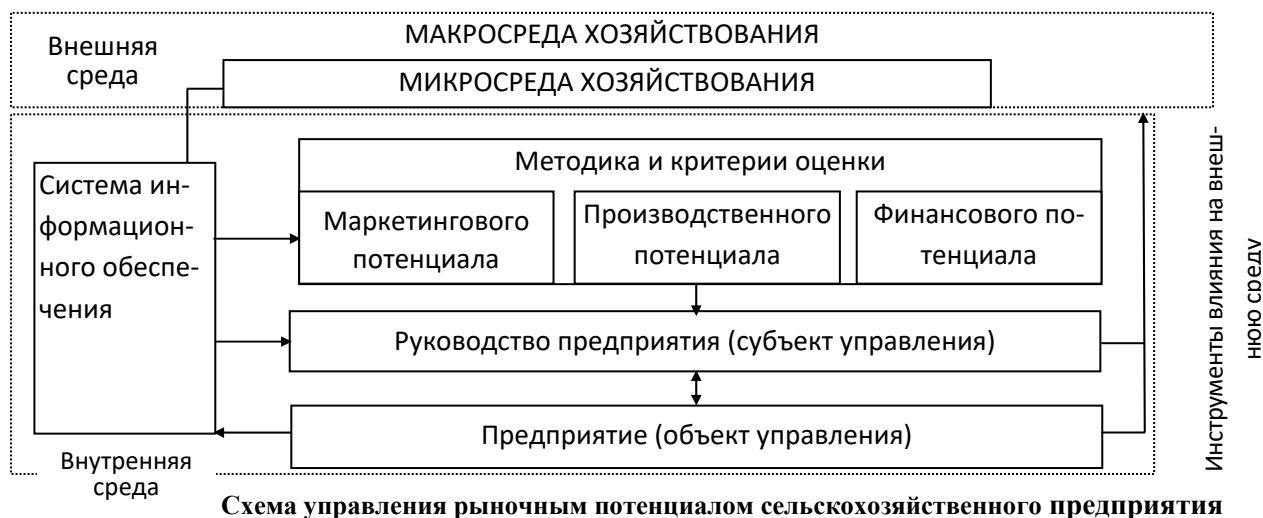
Цель исследования. Целью нашего исследования стали инновационные процессы в управлении сельскохозяйственными предприятиями и перспективные направления развития их рыночного потенциала.

Методика. В процессе исследования использованы: методы теоретического обобщения основ управления рыночным потенциалом, методы математического моделирования, а именно многофакторные эконометрические модели.

Результаты и обсуждение. Повышение эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций при ограниченности ресурсов, прежде всего финансовых, требует концентрации усилий на наиболее приоритетных направлениях, где реальным является обеспечение конкурентоспособных позиций. Для поиска и выбора конкурентоспособных направлений развития должен применяться сравнительный анализ достаточности потенциала сельскохозяйственных предприятий.

Практический опыт показывает, что данный анализ целесообразно проводить с использованием моделей, поскольку анализ осуществляется как на реальных процессах и с меньшими затратами. На современном этапе в отечественной практике не уделяется должного внимания выбору оптимальной стратегии реализации рыночного потенциала сельскохозяйственных предприятий с помощью моделирования процесса анализа и управления. Широко применяемые подходы ориентированы, главным образом, на анализ материально-технического потенциала, но, это лишь один элемент системы, который не может характеризовать все его аспекты. Таким образом, возникает необходимость создания теоретико-методических подходов моделирования механизма управления рыночным потенциалом сельскохозяйственного предприятия, которая учитывает все его составные элементы.

С помощью схемы управления рыночным потенциалом сельскохозяйственного предприятия (Рис. 1) можно провести его структурно-логический анализ.



Заинтересованными лицами могут быть:

- управление предприятием;
- инвесторы;
- органы государственной и местной власти (в лице их руководителей).

Опираясь на результаты анализа и оценки, должны быть приняты решения и действия, которые касаются отдельных составляющих рыночного потенциала. Эти составляющие целесообразно сгруппировать в две группы:

- внепроизводственные составляющие, которые охватывают микросреду предприятия с целью приведения потенциала инновационного развития в соответствии с развитием ситуации на рынке;
- внутрипроизводственные – направлены на внутреннюю среду предприятия с целью приведения в соответствие внешних и внутренних возможностей его развития. Основные управленческие воздействия на внешнюю и внутреннюю среду предприятия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Управленческие действия, направленные на внешнюю и внутреннюю среду предприятия

Составные элементы потенциала	Управленческие действия
Управленческие действия, направленные на внешнюю среду предприятия	
Рыночный	Конкретизация рыночного положения предприятия и его места на рынке, реализация маркетинговых коммуникаций, повышение эффективности деятельности маркетинговой службы предприятия
Маркетинговый	Подбор видов деятельности, продукции и услуг, которые максимально соответствуют требованиям экономических контрагентов предприятия-инноватора (потребителей, посредников, поставщиков и т. п). Поиск компромиссов. Формирование экономических взаимовыгодных отношений. Повышение эффективности деятельности службы маркетинга
Информационный	Снижение степени неточности, неполноты и противоречивости информации путем проведения рыночных исследований. Совершенствование работы службы маркетинга и информационных служб (патентно-лицензионной, отдел технической информации)
Управленческие действия, направленные на внутреннюю среду предприятия	
Интеллектуальный и кадровый	Обучение, повышение квалификации и переподготовка кадров. Отбор и прием на работу высококвалифицированных специалистов. Материальное и не материальное стимулирование труда, в т.ч. рационализаторской и изобретательской деятельности. Формирование оптимальных организационной и управленческой структур предприятия
Технологический	Обновление технологий и оборудования. Внедрение высокопроизводительного современного, универсального оборудования. Освоение безотходных, экономичных, энергосберегающих и экологически ориентированных технологий производства на всех его стадиях
Научно-исследовательский и организационно-управленческий	Активизация научно-исследовательской деятельности. Поиск источников ее финансирования. Создание временных проектно-ориентированных матричных структур управления и соответствующих коллективов, которые специализируются перспективных направлениях научно-исследовательской деятельности. Создание системы стимулирования НИР. Освоение методик исследования с применением компьютерных имитационных моделей, с целью снижения затрат и расширения вариантов развития.
Финансовый	Поиск источников финансирования инновационной деятельности. Взаимодействие с инвесторами. Оптимизация структуры финансирования инноваций. Повышение финансовой устойчивости предприятия-инноватора.

В соответствии со схемой на рисунке 1 авторами разработан алгоритм управления рыночным потенциалом сельскохозяйственных предприятий, укрупненная блок-схема которого отображена на рисунке 2.

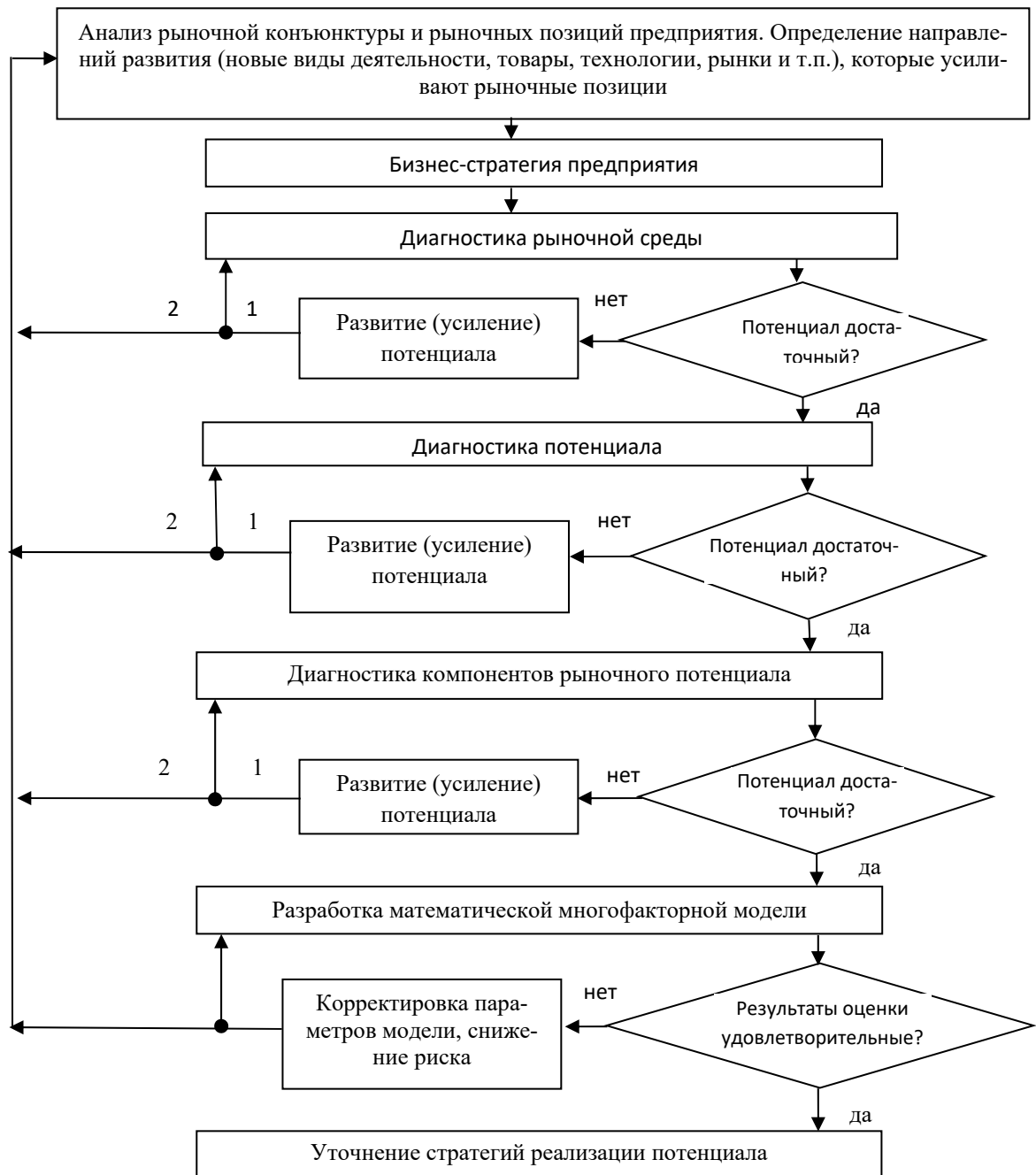


Рис. 2 – Блок-схема алгоритма управления рыночным потенциалом сельскохозяйственного предприятия

Из блок-схемы на рисунке 2 следует, что в случае неудовлетворительных результатов диагностики потенциалов-подсистем возможны два варианта дальнейших действий:

- первый – проведение мероприятий, направленных на усиление и развитие соответствующего потенциала (возможные их варианты см. таблица 1);
- второй – просмотр предварительно намеченной стратегии развития со сменой (корректировкой) направлений развития (видов деятельности, товаров, рынков и т.д.).

Выбор вариантов зависит от результатов укрупненной оценки эффективности, которая выполняется по стандартным методикам.

Основными элементами схем, представленных на рисунках 1 и 2, является методика и критерии оценки, поэтому подробнее остановимся на них.

В условиях жесткой конкурентной борьбы успеха на рынке достигают, прежде всего, товаропроизводители, ориентированные на инновации во всех направлениях своей деятельности. Таким образом, предприятия должны развиваться на рынке делая ставку на иннова-

ции, что требует обязательной и достаточно частой оценки достаточности рыночного потенциала с целью выбора его оптимальных направлений. Это требует наличия соответствующих методик, желательно формализованных, которые позволяли бы оперативно выполнять такую оценку с целью принятия эффективных управленческих решений.

Современные условия хозяйствования требуют от сельскохозяйственных предприятий разработки новых механизмов управления всей финансово-хозяйственной деятельностью, которые могли бы обеспечить относительную стабильность и высокий уровень их конкурентоспособности на рынке товаров и услуг [3,4]. При этих условиях, выявления неиспользованных возможностей и их оценка, позволят сельскохозяйственным предприятиям своевременно найти потенциальные возможности и перспективы своего дальнейшего развития.

Для оптимального управления рыночным потенциалом сельскохозяйственных предприятий применяются разнообразные модели. Все модели обладают рядом общих параметров: описывают наиболее значимые аспекты рассматриваемого объекта; предоставляют информацию о реальном состоянии моделируемого объекта, а также его предполагаемом поведении. С целью реализации практических заданий необходимо сформулировать цель и в максимальной степени добиться идентичности модели и оригинала. Стоит отметить, что не обязательно соответствующее описание поведения реальной системы влияет на недостаточный уровень знаний экономиста. Для описания экономических систем в управлении рыночным потенциалом можно использовать различные математические модели.

Использование методов экономико-математического моделирования связано, в первую очередь, с пониманием процессов формирования локальных составляющих рыночного потенциала сельскохозяйственного предприятия, которые действуют во время его управления. Указанные процессы формируют структуру экономико-математической модели рыночного потенциала предприятия и являются основой для решения поставленной задачи.

При решении проблемы повышения эффективности управления предприятием используется широкий спектр качественных методов и практически все математические методы формализованного представления систем: корреляционно-регрессионный, методы прогнозирования, кластерный и дискриминантный анализ, анализ временных рядов, методы оптимизации, имитационное моделирование и тому подобное.

Углубленный контент-анализ сущности рыночного потенциала сельскохозяйственного предприятия и уровня эффективности управления им позволил выявить, что эффективное управление рыночным потенциалом сельскохозяйственного предприятия зависит от уровня управления каждым его локальным элементом. Таким образом, для того чтобы определить резервы роста рыночного потенциала хозяйствующего субъекта, сначала необходимо определить оптимальные модели расчета величины структурных его составляющих таких, как финансовый, торговый, управленческий, кадровый, маркетинговый и материально-технический потенциалы.

Для идентификации вероятных резервов рыночного потенциала предприятия использована организационная модель анализа эффективности резервов каждого локального элемента, которая оценивает влияние различных факторных признаков на результативный признак на основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа, поскольку он позволяет определить оптимальное значение исследуемых параметров модели с учетом причинно-следственных связей, основываясь на использовании принципов математической статистики и экономико-математического моделирования.

Наиболее сложной задачей является выбор формы связи, которая выражается аналитическим уравнением, на основе которого по существующим факторам определяются значения результативного признака – функции. Эта функция должна качественно отражать реально существующие связи между исследуемым показателем и факторами. Экспериментальное обоснование типа функции с помощью графического анализа связей для многофакторных моделей не применимо. Форму связи можно определить за счет подбора функций разных типов, но это связано с большим количеством дополнительных расчетов. Учитывая, что любую функцию из многих переменных можно путем логарифмирования или замены переменных,

свести к линейному виду, уравнение множественной регрессии можно выразить в линейной форме [1].

Моделирование уровня управления рыночным потенциалом на основе метода корреляционно-регрессионного анализа предполагает построение линейных моделей его зависимости от совокупности входных факторов каждого локального элемента. Таким образом, с целью определения зависимости структурных элементов рыночного потенциала от факторных признаков была использована линейная модель многофакторной регрессии, которая имеет обобщенный вид:

$$y_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7, \quad (1)$$

где y_i – составляющие структурные элементы каждого локального элемента рыночного потенциала предприятия, коэффициент;

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ – факторы, влияющие на результативный показатель;

a_0 – постоянный показатель, который не зависит от влияния факторов;

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$ – коэффициенты многофакторной регрессии.

В таблице 2 приведена интерпретация каждого фактора для финансовой, торговой, управленческой, кадровой, маркетинговой и материально-технической модели многофакторной регрессии.

Таблица 2 – Показатели для многофакторного корреляционно-регрессионного анализа

Составные элементы рыночного потенциала предприятия, Y_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Финансовый потенциал	Рентабельность производства	Рентабельность продаж	Рентабельность активов	Рентабельность оборотных активов	Рентабельность собственного капитала		
Торговый потенциал	Кт оборачиваемости запасов	Кт оборачиваемости оборотных активов	Доля затрат оборота к товарообороту	Кт оборачиваемости дебиторской задолженности	Валовая прибыль в расчете на 1 га с.-х. угодий	Чистый доход в расчете на 1 га с.-х. угодий	
Управленческий потенциал	Кт капитализации прибыли	Кт финансовой независимости	Кт общей ликвидности	Фондоотдача нематериальных активов	Кт финансовой устойчивости		
Кадровый потенциал	Производительность в расчете на 1 работника	Кт оборота по приему	Трудоемкость продукции	Чистая прибыль в расчете на 1 работника	Уровень затрат на оплату труда	Интегральный Кт эффективности трудовых ресурсов	Кт эластичности численности работников от объема реализации продукции
Маркетинговый потенциал	Доля рынка	Кт равномерности реализации продукции	Темп экономического роста сельскохозяйственного предприятия	Рост эффективности средств коммуникации с потребителями, поставщиками и конкурентами	Обеспечение эффективности средств стимулирования сбыта	Соответствие системы обслуживания потребностям потребителей	Возможность предприятия влиять на потребительский рейтинг
Материально-технический потенциал	Фондоотдача	Рентабельность основных средств	Фондовооруженность	Кт обновления	Интегральный Кт эффективности использования основных средств		
Рыночный потенциал предприятия	Финансовый потенциал	Торговый потенциал	Управленческий потенциал	Кадровый потенциал	Маркетинговый потенциал	Материально-технический потенциал	

Следует отметить, что каждая построенная модель должна быть статистически значимой и адекватной, а иначе ее использования в дальнейшем исследовании будет необоснованным, а результаты – незначительными (Таблица 3). Отметим, что все расчеты, приведенные в таблице 3 рассчитаны с помощью пакета анализа Microsoft Excel. Основными направлениями

оценки адекватности и значимости построенных эконометрических моделей используются ниже рассмотренные показатели.

Таблица 3 – Проверка параметров разработанных эконометрических моделей на значимость и адекватность

Статистические критерии	Теоретические значения						Фактические значения					
							Финансовый потенциал	Торговый потенциал	Управленческий потенциал	Кадровый потенциал	Маркетинговый потенциал	Материально-технический потенциал
Многофакторный коэффициент корреляции R	0 < R < 1						0,861	0,874	0,879	0,78	0,902	0,757
Коэффициент детерминации R ²	0 < R ² < 1						0,742	0,764	0,773	0,722	0,813	0,754
F-критерий Фишера (F > F _{гр})	3,11	3,02	3,17	3,20	3,20	3,02	7,459	6,469	8,878	4,348	6,848	4,515
t- критерий Стьюдента при уровне значимости α=0,05 для												
a ₀	2,17	2,17	2,11		2,2	2,16	2,491	3,419	2,210	3,400	2,666	3,305
a ₁							4,045	3,043	2,340	4,321	3,691	2,715
a ₂							2,891	4,151	2,710	2,363	2,363	4,180
a ₃							2,784	2,790	3,195	2,623	2,295	4,451
a ₄							2,950	6,129	2,133	2,495	2,495	2,371
a ₅							3,203	5,699	2,329	2,192	2,549	3,253
a ₆	-		-	-			-	4,252	-	3,479	3,976	-
a ₇	-	-	-	-			-	-	-	3,153	2,879	-
Средняя оценка аппроксимации \bar{A}	10% ≤ \bar{A}						9,85	9,71	8,45	8,75	2,5	4,6
χ ² (хи-квадрат)	18,31	25	18,31	31,41	31,4	18,31	12,02	13,72	4,85	21,63	19,84	5,52
Статистика Дарбина-Уотсона (DW)	1	2	3	4	5	6	-	-	-	-	-	-
0,71 < DW < 2,06	+						0,92					
0,48 < DW < 1,96		+						0,91				
0,71 < DW < 2,06			+						1,58			
0,4 < DW < 2,45				+	+					0,95	2,26	
0,71 < DW < 2,06						+						1,12

Для оценки тесноты линейной связи между переменными использован многофакторный коэффициент корреляции (R). Интерпретация качественной оценки между Y_i и X_i выявлена на основе шкалы Чеддока, которая дает возможность определять тесноту связи между показателями. Полученные результаты подтверждают наличие сильной связи между результативным признаком и исследуемыми факторами за всеми моделями. Для оценки качества уравнений регрессий рассчитан коэффициент детерминации (R^2), который показывает, какая доля регрессанта Y_i объясняет с помощью регрессе. По всем описанным моделям значение R^2 близко к 1, что подтверждает тот факт, что полученные уравнения регрессии точно описывают зависимость между переменными. Оценка статистической значимости уравнений регрессии в целом осуществлена на основе F-критерия Фишера. Критерий Фишера использован с целью обнаружения целесообразности относительно включения факторных признаков в оптимизационной модели. Поскольку по всем исследованным уравнениям $F > F_{гр}$, то полученные уравнения регрессии является статистически значимым и их можно использовать для выявления резервов роста рыночного потенциала сельскохозяйственных предприятий за счет каждого его структурного элемента. Параметры уравнения регрессии определяются таким образом, чтобы установленное по уравнению значения зависимого признака минимально отличались от фактических. Для этого следует проводить расчет параметров уравнения регрессии по методу наименьших квадратов. Главная задача подобрать параметры регрессии так, чтобы обеспечить минимальную сумму квадратов отклонений фактических величин от рас-

считанных по уравнению регрессии для заданных значений факторных признаков. Оценка статистической значимости полученных значений параметров по t-критерию Стьюдента по всем моделям больше теоретического значения, что означает – построенные модели регрессии можно использовать для выявления резервов по каждой составляющей рыночного потенциала предприятия.

Еще одним показателем адекватности модели является средняя ошибка аппроксимации (\bar{A}), которая определяет точность построенных моделей. С учетом того, что в экономических расчетах допускается погрешность в 5-12%, можно сделать вывод, что построенные модели можно считать приемлемыми и рекомендовать для практического использования. Они достаточно точно описывают взаимосвязи уровня эффективности управления каждым локальным элементом рыночного потенциала от основных факторов, которые на них влияют, поскольку полученные данные превышают теоретического значения. При определении структуры регрессии необходимо ввести в регрессию все факторы, которые оказывают значительное статистическое влияние на показатель, а также, необходимо, чтобы было выполнено условие линейной независимости между факторами, то есть отсутствие мультиколлинеарности. С целью определения мультиколлинеарности проведены расчеты в соответствии с алгоритмом Фаррара-Глобера. С помощью этого алгоритма оказывается наличие мультиколлинеарности всего массива регрессоров, каждой переменной с остальными объясняющих переменных, а также каждой пары объясняющих переменных [2]. Проверка с помощью теста X^2 показала, что с надежностью 95% можно утверждать, что по всем уравнениям регрессии мультиколлинеарность отсутствует, поскольку $X^2 < X^2_{кр}$.

Отбросить несущественные факторы или увеличить объем экспериментальных данных позволяет проверка модели на автокорреляции. Автокорреляция показывает взаимосвязь последовательных элементов временного ряда. Автокорреляция имеет место тогда, когда эконометрическая модель формируется на основе временных рядов, когда наибольшее влияние на следующее значение имеет результат соседнего предыдущего значения. Наличие автокорреляции остатков может означать свидетельствовать, что необходимо включить в модель новую независимую переменную. Для выявления автокорреляции в сформированных регрессионных моделях использован критерий Дарбина-Уотсона (DW). Значение критерия DW изменяется от 0 до 4 включительно ($d < DW < 4 - d_u$), поскольку по всем построенным экономико-математическим моделям значение DW попадает между значениями верхней и нижней границ, то можно говорить о принятии гипотезы об отсутствии автокорреляции в данных моделях. Проверка достоверности моделей (Таблица 3) в целом и коэффициентов регрессии по отдельным факторам свидетельствует о правомерности использования ее для выявления резервов рыночного потенциала сельскохозяйственных предприятий, потому что построенные уравнения соответствуют критериям адекватности и значимости.

Таблица 4 – Экономико-математические модели оптимизации резервов роста локальных элементов рыночного потенциала предприятия

Потенциал	Расчетные модели
Финансовый	$y_f = 0,119 - 0,0167x_1 + 0,0027x_2 + 0,0119x_3 + 0,22x_4 + 0,007x_5$
Торговый	$y_t = -0,0039 + 0,0328x_1 + 0,00022x_2 - 0,001244x_3 + 0,0062x_4 + 0,0009x_5 + 0,215x_6$
Управленческий	$y_u = -0,0441 + 0,0319x_1 + 0,471x_2 + 0,0494x_3 + 2,19x_4 - 0,0059x_5$
Кадровый	$y_k = 0,2457x_1 + 0,003x_2 + 0,0163x_3 + 3,176x_4 - 0,001x_5 - 0,0017x_6 + 0,0104x_7$
Маркетинговый	$y_m = -4,929 + 0,018x_1 + 0,051x_2 + 0,0013x_3 + 0,0284x_4 + 0,053x_5 - 0,0445x_6 + 0,083x_7$
Материально-технический	$y_{mt} = 0,487 - 0,0009x_1 + 0,0831x_2 + 0,001x_3 - 0,065x_4 - 0,0095x_5$
Рыночный	$y_{рп} = -0,028 + 0,303x_1 + 0,085x_2 + 0,022x_3 + 0,23x_4 + 0,25x_5 + 0,021x_6$

В результате проведенных расчетов определены многофакторные уравнения регрессии, которые можно использовать как оптимальные модели по обоснованию резервов оптимизации как каждого составного блока рыночного потенциала, так и всего рыночного потенциала (Таблица 4). Отметим, что проведенные расчеты обуславливают необходимость повышения эффективности управления рыночным потенциалом предприятия за счет оптимизации неиспользованных резервов. Поскольку, каждое предприятие имеет свои резервы оп-

тимизации рыночного потенциала предприятия.

На основе разработанных многофакторных эконометрических моделей определены резервы роста рыночного потенциала для ООО «НПП «АгроЛугань» (ЛНР) и ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В. (Белгородская область, Чернянский район) (Таблица 5), подставив данные каждого предприятия в уравнение регрессии и сравнив его с фактическим значением.

Таблица 5 – Вероятные резервы роста рыночного потенциала аграрных предприятий

Показатели	ООО «НПП «АгроЛугань»	ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В.
Значение интегрального показателя финансового потенциала		
фактическое	0,480	0,640
оптимальное	0,492	1,217
Резервы увеличения, %	100,80	187,52
Значение интегрального показателя управленческого потенциала		
фактическое	0,251	0,489
оптимальное	0,302	0,629
Резервы увеличения, %	120,08	127,56
Значение интегрального показателя торгового потенциала		
фактическое	0,264	0,201
оптимальное	0,323	0,207
Резервы увеличения, %	122,62	104,12
Значение интегрального показателя кадрового потенциала		
фактическое	0,440	0,278
оптимальное	0,380	0,291
Резервы увеличения, %	86,50	104,11
Значение интегрального показателя маркетингового потенциала		
фактическое	0,741	0,681
оптимальное	0,767	0,728
Резервы увеличения, %	106,29	79,82
Значение интегрального показателя материально-технического потенциала		
фактическое	0,374	0,561
оптимальное	0,398	0,442
Резервы увеличения, %	106,29	79,12
Значение интегрального показателя рыночного потенциала		
фактическое	0,485	0,541
оптимальное	0,498	0,542
Резервы увеличения, %	102,70	100,73

Проведенный анализ показал, что в исследуемых сельскохозяйственных предприятиях имеются неиспользованные возможности и резервы оптимизации повышения эффективности управления рыночным потенциалом. Результаты исследования свидетельствуют, что у предприятий имеются резервы роста за счет всех локальных элементов рыночного потенциала. Отметим, что наибольшие резервы роста возможны за счет финансового, управленческого и торгового потенциала. В целом у предприятий имеются резервы по более эффективному управлению своим финансовым потенциалом (1,2-1,8 раза). В то же время кадровый и материально-технический потенциалы использованы в полную силу.

Это не говорит, что за счет данных локальных элементов невозможно повысить уровень управления рыночным потенциалом – возможно, но надо найти новые способы управления данными составляющими, найти новые ключевые факторы успеха этих локальных составляющих.

Следовательно, те предприятия, которые имеют фактические и оптимальные модельные значения выше среднего имеют значительные возможности по повышению эффективно-

сти управления своим скрытым рыночным потенциалом. Поскольку потенциал предприятия – это не только ресурсы, запасы, средства, но и резервы, и скрытые возможности, эффективное управление которыми, приведет к повышению всей деятельности предприятия, а также приведет к росту стоимости предприятия на рынке.

На завершающем этапе исследования установлено, что в современных конкурентных условиях предприятия должны активно приспосабливаться к меняющейся внешней среде и разработать адекватные стратегические ориентиры своего развития, основываясь на своих скрытых возможностях. В ходе исследования определены стратегические направления развития сельскохозяйственных предприятий в связи с потенциальными возможностями роста их рыночного потенциала (таблица 6).

Таблица 6 – Взаимосвязь стратегических направлений развития сельскохозяйственных предприятий с потенциальными возможностями роста рыночного потенциала предприятия

Хозяйства	Общая стратегия	Стратегия управления рыночным потенциалом	Вид резерва					
			Оптимизация финансового потенциала	Оптимизация управленческого потенциала	Оптимизация торгового потенциала	Оптимизация кадрового потенциала	Оптимизация маркетингового потенциала	Оптимизация материально-технического потенциала
ООО «НПП «АгроЛугань»	роста	наибольшего уровня экономического потенциала	-	+	+	-	+	+
ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В.	стабилизации	наибольшего уровня экономического потенциала	+	+	+	+	-	-

*+ резервы повышения эффективности управления рыночным потенциалом

Выводы. Анализ взаимосвязи стратегических направлений развития исследованных сельскохозяйственных предприятий с потенциальными возможностями роста рыночного потенциала показал, что ООО «НПП «АгроЛугань» имеет возможность повышения эффективности управления рыночным потенциалом прежде всего за счет резервов торгового и управленческого потенциалов, а ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В. за счет резервов финансового и управленческого потенциалов. Предприятия также имеют возможность повысить эффективность управления за счет маркетингового и материально-технического потенциалов – ООО «НПП «АгроЛугань» и торгового и кадрового потенциалов – ИП Глава К(Ф)Х Оденчук А.В.

Таким образом, определение резервов по каждому локальному элементу рыночного потенциала на основе расчетных моделей выступают предпосылкой оптимизации управления рыночным потенциалом предприятия и достижение стратегической цели – повышение конкурентоспособности предприятия, поскольку выявленные резервы по каждому предприятию являются его скрытыми возможностями и конкурентными преимуществами.

Проведенный общий анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий свидетельствует, что у предприятий есть возможности по улучшению эффективности управления своим рыночным потенциалом. Поскольку выявленные возможности роста, за счет локальных составляющих, и обоснована стратегическая позиция предприятий, выступают основой для обеспечения сбалансированного роста совокупного рыночного потенциала во взаимосвязи с возможными стратегическими траекториями развития.

Следовательно, эффективное управление рыночным потенциалом сельскохозяйственных предприятий заключается в своевременном устранении дисбалансированных процессов и быстрому возврату к состоянию равновесия.

Библиография

1. Ерина А. М. Статистическое моделирование и прогнозирование: учебное пособие / А.М. Ерина. – Киев: КНЭУ, 2001. – 170 с.
2. Лавриненко Н.М. Основы экономико-математического моделирования: учебное пособие / Н.М.

Лавриненко, С.М. Латынин, В.В. Фортуна. – Львов: Магнолія, 2006. – 540 с.

3. Kotarev A.V. Modernization of the Raw Material Base for the Russian Meat Production Subcomplex in the Conditions of Improving the Production Innovativeness // A.V. Kotarev, I.N. Vasilenko, A.O. Kotareva, A.F. Dorofeev, V.N. Lebed // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. – 2019 – Volume 10 – №12 – P. 1-15

4. Shevchenko M.N. The choice of competitive strategy of agricultural enterprise // M.N. Shevchenko, A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova, D.Y. Chugay, A.V. Lebed // Інновації в АПК: проблеми і перспективи. – 2019. – №3 (23). – С. 105-115

References

1. Erina A.M. Statistical modeling and forecasting: textbook / A.M. Erina. – Kiev: KNEU, 2001. – 170 p.

2. Lavrinenko N.M. Fundamentals of economic and mathematical modeling: textbook / N.M. Lavrinenko, S.M. Latynin, V.V. Fortune. – Lviv: Magnolia, 2006. – 540 p.

3. Kotarev A.V. Modernization of the Raw Material Base for the Russian Meat Production Subcomplex in the Conditions of Improving the Production Innovativeness // A.V. Kotarev, I.N. Vasilenko, A.O. Kotareva, A.F. Dorofeev, V.N. Lebed // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. – 2019 – Volume 10 – №12 – P. 1-15

4. Shevchenko M.N. The choice of competitive strategy of agricultural enterprise // M.N. Shevchenko, A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova, D.Y. Chugay, A.V. Lebed // Інновації в АПК: проблеми і перспективи. – 2019. – №3 (23). – С. 105-115

Сведения об авторах

Колтакова Галина Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и маркетинга, экономический факультет «Луганский государственный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР, 91008, моб. +380506856870, 111lac@ukr.net

Шевченко Мария Николаевна, доктор экономических наук, декан экономического факультета ГОУ ЛНР «Луганский государственный аграрный университет», доцент кафедры экономической теории и маркетинга, экономический факультет, г. Луганск, ЛНР, 91008, моб. +380952062081, mmshevchenko@ukr.net

Лебедь Виктор Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, экономический факультет, улица Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, моб. +79102231203, vickt.lebed@yandex.ru

Чугай Дмитрий Юрьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, экономический факультет, улица Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, моб. +79103606855, dimox@mail.ru

Information about authors

Koltakova Galina V., Candidate of Economic Sciences, Associate professor at the Department of Organization and Management, SEI LPR «Lugansk State Agrarian University», Lugansk, LPR, 91008, моб. +380506856870, 111lac@ukr.net

Shevchenko Marif N., Doctor of Economic Sciences, Associate professor at the Department of Organization and Management, SEI LPR «Lugansk State Agrarian University», Lugansk, LPR, 91008, моб. +380952062081, mmshevchenko@ukr.net

Lebed Viktor N., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin” ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79102231203, vickt.lebed@yandex.ru

Chugay Dmitriy Y., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova St, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79103606855, dimox@mail.ru

Руководство для авторов

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3–1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см (не задавать пробелами), формат – книжный. Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНИТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200–250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и (или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затенение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3 - Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключение составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

Порядок представления материалов

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:

Пастухов Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,
Колесников Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru
тел. +7 908 783-88-92.

Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:

Лицуков Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,
Муравьев Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru
тел. +7 951 142-75-77.

Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:

Наседкина Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,
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 (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, tekhnologicheskoe kachestvo zerna i ih izmenenie pri hranenii: avtoreferat dis. ... kand.s.-h. nauk: 06.01.09 / Smirnova V.V.; BelGSKHA. – Belgorod, 2007. – 19 s.
2. Sidel'nikova N.A. Sovershenstvovanie intensivnykh tekhnologiy vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnykh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svc.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.