



Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№3 (23) 2019

Инновации в АПК: проблемы и перспективы

**Теоретический и научно-практический журнал
Учредитель Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Белгородский государственный
аграрный университет имени В.Я. Горина»
Официальный сайт: <http://www.bsaa.edu.ru>**

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

Издаётся с 2013 года

Выходит один раз в квартал

**Выпуск 3 (23)
2019 г.**

**п. Майский
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ
2019**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Турьянский А.В., д. э. н., профессор

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

Члены редакционной коллегии:

Азаров В.Б. , д. с.-х. н., профессор;	Ломазов В.А. , д. физ.-мат. н., профессор;
Андрианов Е.А. , д. с.-х. н., профессор;	Меделяева З.П. , д. э. н., профессор;
Аничин В.Л. , д. э. н., профессор;	Мязин Н.Г. , д. с.-х. н., профессор;
Афоничев Д.Н. , д. тех. н., профессор;	Наседкина Т.И. , д. э. н., профессор;
Бабинцев В.П. , д. фил. н., профессор;	Наумкин В.Н. , д. с.-х. н., профессор;
Вендин С.В. , д. тех. н., профессор;	Пастухов А.Г. , д. тех. н., профессор;
Груздова Л.Н. , к. э. н., доцент;	Поливаев О.И. , д. тех. н., профессор;
Гурин А.Г. , д. с.-х. н., профессор;	Растопчина Ю.Л. , к. э. н., доцент;
Демидова А.Г. , к. с.-х. н., доцент;	Саенко Ю.В. , д. тех. н., доцент;
Запорожцева Л.А. , д. э. н., профессор;	Сидоренко О.В. , д. э. н., доцент;
Колесников А.С. , к. тех. н., доцент;	Скuryтин Н.Ф. , д. тех. н., профессор;
Коломейченко А.В. , д. тех. н., профессор;	Смуrow С.И. , к. с.-х. н.;
Котлярова Е.Г. , д. с.-х. н., профессор;	Столяров О.В. , д. с.-х. н., профессор;
Коцарева Н.В. , д. с.-х. н., доцент;	Ступаков А.Г. , д. с.-х. н., профессор;
Лебедев А.Т. , д. тех. н., профессор;	Токарь Е.В. , д.э.н., профессор
Лицуков С.Д. , д. с.-х. н., профессор;	

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Турьянский А.В., д. э. н., профессор (Россия) – председатель;
Дорофеев А.Ф., д. э. н., доцент (Россия) – зам. председателя.

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);
Ужик В.Ф., д. т. н. профессор (Россия);
Ушачев И.Г., д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);
Яска Е., PhD э. н. (Польша).

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

ISSN – 2311 – 9535

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

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**).

Материалы издания выборочно включаются в реферативную базу данных **Agris**.

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

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки),

05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки),

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки),

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки),

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки),

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки),

08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки)

Редактор **Потапов Н.К.**

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

Адрес редакции и издателя журнала

308503, ул. Вавилова, 1, п. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия

Тел.: +7-4722-39-22-68, Факс: +7-4722-39-22-62

Официальный сайт журнала: <http://www.journal-belgau.ru>

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 30.09.2019 г., дата выхода в свет – 10.10.2019 г.

Усл. п.л. 21 Тираж 1000 экз. Заказ № 1619 Свободная цена.

Адрес типографии: г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 137, корпус 1, офис 357

Тел. +7-4722-35-88-99; +7-910-360-14-99

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

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2019.

Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice journal

Founder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

“Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”

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

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

Published since 2013

Issued once per quarter

**Release 3 (23)
2019**

**Maysky
FSBEI HE Belgorod SAU
2019**

EDITORIAL STAFF

Editor in Chief

Tur'ianskii A.V., Dr. Econ. Sci., professor

Deputy editors

Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., associate 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;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Medeliyeva Z.P., Dr. Econ. Sci., professor;

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.;

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

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

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

EDITORIAL BOARD

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

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

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);

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

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

Jaska E., PhD in economics (Poland).

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

ISSN – 2311 – 9535

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

The journal is included in the Russian Index of Scientific Citing (**RISC**).

Scientific papers are selectively included in **Agris** abstract database.

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

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

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

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

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

01.06.04 - Agrochemistry (agricultural sciences),

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

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

08.00.12 - Accounting, Statistics (Economic Sciences)

Executive editor **Potapov N.K.**

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

Editorial board and journal publisher

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

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

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

Printed in (Limited liability company) Publication and printing center “POLYTERRA”

Signed for publication 30.09.2019, date of publication 10.10.2019.

Conventional printed sheet 21 Circulation 1000 copies Order № 1619 Free price

Address of printing: pr. B. Khmel'nitskogo, 137, site 1, room 357, Belgorod, Russia

tel. +7-4722-35-88-99, +7-910-360-14-99

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

© Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «Belgorod State Agricultural
University named after V. Gorin», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Г.И. Аббасов ИССЛЕДОВАНИЕ СОХРАННОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОГРУЗОЧНО – РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ.....	9
Д.Е. Афанасьев, Р.П. Ли-Фир-Су ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЕЙ КЛЕТОЧНОЙ БАТАРЕИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА ПТИЦЫ.....	17
Д.Н. Бахарев ОБОБЩЕННАЯ ЗАДАЧА И КОНЦЕПЦИЯ ТЕОРИИ ОБМОЛОТА СОРТОВОЙ И ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ.....	23
А.С. Брусенцов, М.И. Туманова, Я.Б. Чулаков К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ.....	30
О.А. Леонов, Г.Н. Темасова МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ИЗДЕРЖЕК НА КОНТРОЛЬ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН.....	37
А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОСМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ КОРМОВ.....	43
А.Г. Пастухов, И.Н. Кравченко, М.И. Волков ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ СЕЯЛКИ СЗТ-3,6А.....	55
Р.С. Сингатулин, А.В. Сапрыка АНАЛИЗ ВЫХОДНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	68
В.Ф. Ужик, С.В. Вендин, А.Н. Радомский К РАСЧЕТУ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА.....	75
О.А. Шарая, Н.В. Водолазская ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	82

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

В.Л. Аничин, А.Ю. Желябовский ФОРМЫ И МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУБЛИЧНОЙ ВЛАСТИ И РЕГИОНАЛЬНЫХ БИЗНЕС-СТРУКТУР....	93
Л.А. Решетняк ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЕСХН ДЛЯ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.....	99
М.Н. Shevchenko, A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova, D.Y. Chugay, A.V. Lebed THE CHOICE OF COMPETITIVE STRATEGY OF AGRICULTURAL ENTERPRISE.....	105

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

В.И. Желтухина, М.А. Куликова, Л.А. Манохина, С.И. Панин, Е.Ю. Колесниченко ЭКОЛОГО-АГРОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ГОРОХ.....	116
С.И. Капустин, А.Б. Володин, А.С. Капустин ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДНОГО СОРГО ЯРИК В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА.....	123
С.Д. Лицук, А.Ф. Глуховченко, А.И. Титовская АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТКАХ ПОЧВЫ И ДОЗАХ УДОБРЕНИЙ.....	130
А.А. Муравьев ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ОБРАБОТКИ БИОПРЕПАРАТОМ.....	142
В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.Н. Крюков, О.Ю. Куренская, Г.В. Хлопяникова СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ И ОЦЕНКЕ НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР.....	148
В.А. Сергеева, С.В. Плаксияева, И.С. Муравьева, В.И. Клышников, А.С. Пыхтин ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	156
Нашим авторам.....	163

CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>G.I. Abbasov</i> THE STUDY OF THE PRESERVATION OF POTATO TUBERS IN LOADING AND UNLOADING OPERATIONS.....	9
<i>D.E. Afanacyev, R.P. Li-Fir-Su</i> DETERMINING THE OPTIMUM NUMBER OF SENSORS FOR MEASURING THE AVERAGE STATISTICAL TEMPERATURE OF THE ELECTRICAL HEATERS OF CELL BATTERIES FOR RAISING OF THE YOUNG POULTRY.....	17
<i>D.N. Baharev</i> GENERALIZED PROBLEM AND CONCEPT OF THRESHOLD THEORY VARIETY AND HYBRID CORN.....	23
<i>A.S. Brusentsov, M.I. Tumanova, Ya. B. Chulakov</i> TO THE QUESTION OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF A LOW CLEANING FOR PREPARATION OF COARSE.....	30
<i>O.A. Leonov, G.N. Temasova</i> EVALUATION METHODOLOGY THE COSTS OF MONITORING IN THE REPAIR OF VEHICLES.....	37
<i>A.V. Machkarin, A.V. Rizhkov</i> THEORETICAL STUDY OF VIBROMACHINE BULK FEED.....	43
<i>A.G. Pastukhov, I.N. Kravchenko, M.I. Volkov</i> STUDY OF WEAR OF DISC COULTERS SZT-3.6A.....	55
<i>R.S. Singatulin, A.V. Sapryka</i> ANALYSIS OF THE OUTPUT SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE SOURCE OF ELECTROMAGNETIC VIBRATIONS OF THE DIALOMETRIC SYSTEM FOR DISTANCE MEASUREMENT OF DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL OBJECTS.....	68
<i>V.F. Uzik, S.V. Vendin, A.N. Radomsky</i> TO CALCULATE THE PERFORMANCE LEVELLING DEVICE FOR DRYING BEET PULP.....	75
<i>O.A. Sharaya, N.V. Vodolazskaya</i> TECHNOLOGICAL ASPECTS OF MODIFICATION OF SURFACE LAYER OF AGRICULTURAL MACHINES PARTS.....	82

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

<i>V.L. Anichin, A. Yu. Zelyabovskiy</i> FORMS AND MECHANISMS OF INTERACTION BETWEEN PUBLIC AUTHORITIES AND REGIONAL BUSINESS STRUCTURES.....	93
<i>L.A. Reshetnyak</i> ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USCH FOR AGRICULTURAL PRODUCERS.....	99
<i>M.N. Shevchenko, A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova, D.Y. Chugay, A.V. Lebed</i> THE CHOICE OF COMPETITIVE STRATEGY OF AGRICULTURAL ENTERPRISE.....	105

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>V.I. Zheltukhina, M.A. Kulikova, L.A. Manohina, S.I. Panin, E. Yu. Kolesnichenko</i> ECOLOGICAL-AGRONOMIC JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS UNDER PEAS.....	116
<i>S.I. Kapustin, A.B. Volodin, A.S. Kapustin</i> PRODUCTIVITY OF HYBRID SORGO YARIK IN THE CENTRAL ZONE OF THE NORTH CAUCASUS.....	123
<i>S.D. Litzuckov, A.F. Gluhovchenko, A.I. Titovskaya</i> AGROCHEMICAL SUBSTANTIATION OF THE AGROPHYSICAL SOIL PROPERTIES AND PRODUCTIVITY OF CORN UNDER DIFFERENT SOIL TREATMENTS AND DOSES OF FERTILIZERS.....	130
<i>A.A. Muravyev</i> DEPENDENCE OF SPRING WHEAT YIELD ON PROCESSING OF DRUG.....	142
<i>V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, A.N. Kryukov, O. Yu. Kurenskaya, G.V. Khlopyanikova</i> SYSTEM APPROACH TO THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF NEW EFFECTIVE RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR CULTIVATION OF FIELD CROPS.....	148
<i>V.A. Sergeeva, S.V. Plaksieva, I.S. Muravyeva, V.I. Klyshnikova, A.S. Pykhtin</i> ECONOMIC EFFICIENCY OF CULTIVATION OF VARIOUS POTATO VARIETIES IN THE BELGOROD REGION.....	156
Our reviewers.....	163

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 636.086.4.

Г.И. Аббасов

ИССЛЕДОВАНИЕ СОХРАННОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОГРУЗОЧНО – РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ

Аннотация. Установлено, что большая часть повреждений клубней картофеля происходит на погрузочно–разгрузочных операциях в период уборки и послеуборочных мероприятиях. Указывается на актуальность исследование сохранности клубней картофеля при погрузочно–разгрузочных работах. Рассматривается в теоретическом плане вопрос кучеобразования и механического повреждения при падении клубней, взаимодействие их с днищем бункера и между собой. На основе расчетных и экспериментальных данных установлена зависимость высоты падения от расстояния откатывания клубней. Экспериментальным путем были определены стойкость оболочки и мякоти картофеля к проколу тупым предметом, а также высота падения картофеля, при которой клубни подвергаются механическим повреждениям. Для определения вероятностей суммы появления событий повреждения клубней до загрузки в бункер использована теорема суммы вероятностей независимых и совместных событий. Дается расчетная формула для определения суммы повреждений картофеля. Результат проводимых теоретических и экспериментальных работ позволяет выявить основные элементы усовершенствования рабочих органов погрузочно–разгрузочных машин.

Ключевые слова: повреждаемость, погрузочно–разгрузочных работы, падения клубней, отскакивание, оболочка картофеля, мякоть картофеля.

THE STUDY OF THE PRESERVATION OF POTATO TUBERS IN LOADING AND UNLOADING OPERATIONS

Abstract. It has been established that most of the damage to potato tubers occurs during loading and unloading operations during harvesting and post-harvest operations. Indicates the relevance of the study of the safety of potato tubers during loading and unloading. Considered in theoretical terms, the question of hemorrhage and mechanical damage in the fall of tubers, their interaction with the bottom of the bunker and among themselves. Based on the calculated and experimental data, the height of the fall is determined as a function of the tubers rolling distance. The resistance of the shell and the pulp of potatoes to a puncture with a blunt object, as well as the height of the fall of the potato, at which the tubers are subjected to mechanical damage, were determined experimentally. To determine the probabilities of the sum of occurrence of events of damage to tubers before loading into the bunker, the theorem of the sum of probabilities of independent and joint events is used. A calculation formula is given to determine the amount of damage to the potato. The result of the conducted theoretical and experimental work allows to identify the main elements of the improvement of working bodies of loading and unloading machines.

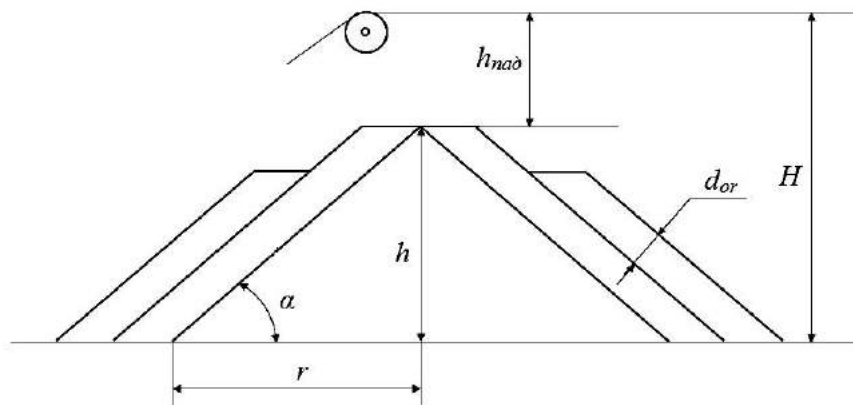
Keywords: damage, loading and unloading, falling tubers, rebounding, potato shells, potato pulp.

Актуальность. Анализ технологических операций показал, что вероятность механических повреждений клубней картофеля в основном зависит от их высоты падения и геометрических размеров приемного устройства [1-3]. Ввиду этого исследование сохранности клубней при погрузочно–разгрузочных работах является актуальным.

Объект метод. Рассмотрим образование скопления (кучки) картофеля для определения количества механических повреждений при падении клубней картофеля во время погрузки в приемное устройство.

При скоплении картофеля, клубни по-разному взаимодействуют с днищем бункера и между собой. Так что, схема формирования скопления (кучки) картофеля позволяет ответить на многие вопросы о проблеме повреждения картофеля при ее транспортировке [4].

При падении клубней картофеля с высоты (H) (рисунок 1), они скатываются по плоскому днищу приемного устройства и образуют слой клубней. Затем, в месте их падения образуется кучка в форме конуса. К образовавшейся кучке постоянно добавляется слой картофеля.



$h_{над}$ – высота падения клубней; H – начальная высота падения клубней; α – угол естественного наклона; h – высота конуса скопления картофеля; $d_{ор}$ – средний диаметр клубней.

Рис. 1 - Схема образования картофельной кучки

Принимаем следующие приближения:

- толщина слоя картофеля равна среднему диаметру клубня;
- все клубни слоя картофеля падают с точки расположенной на высоте H .

Для расчета были определены следующие выражения:

– доля клубней картофеля в n -ом слое картофельной кучки

$$W_n^l = \frac{\rho}{M} \left\{ \frac{\pi d_{ор}^3 [n^3 - (n-1)^3]}{3} + d_{ор}^3 B [n^2 - (n-1)^2] \right\}; \quad (1)$$

– доля клубней картофеля в n -ом слое картофельной кучки относительно картофельной массы в накопительном бункере картофелеуборочного комбайна и кузове транспортного средства:

$$W_n = \frac{\rho}{M} \left(\frac{\pi d_{ор}^3}{3} + d_{ор}^2 B n^2 \right), \quad (2)$$

где M – масса клубней картофеля в накопительном бункере картофелеуборочного комбайна и кузове транспортного средства, кг;

ρ – плотность массы картофеля, кг/м³;

B – ширина подачи картофеля (ленты транспортера), м;

$d_{ор}$ – средний диаметр клубней картофеля, м;

n – количество слоев в картофельной массе (куче), шт.

Определена последовательность расчета доли картофеля в общей падающей массе с допустимой высоты [5].

Во время формирования картофельной кучи сначала клубни падают на горизонтальную поверхность, скатываются и образуют слой картофеля.

Считается, что шарообразное тело, при падении с некоторой высоты (H) без начальной скорости падает вертикально на горизонтальную поверхность.

Начальная энергия тела выглядит следующим образом:

$$\mathcal{E} = mgH. \quad (3)$$

Скорость тела при столкновении с горизонтальной поверхностью следующая:

$$\mathcal{G} = \sqrt{2gH}. \quad (4)$$

Импульс силы:

$$m\mathcal{G} = Ft. \quad (5)$$

Сила F расходуется на ускорение отскакивания тела и на работу смятия.

Если поверхность абсолютно плоская, а клубень картофеля идеально упругий, то отскакивание происходит вертикально. Если во время падения плоскость касания клубня с поверхностью не горизонтальная (рисунок 2), тогда отскакивание происходит под углом $(90 - \alpha)$ [6].

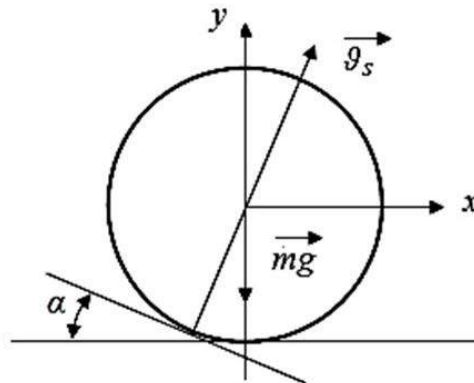


Рис. 2 - Схема падения клубней картофеля на плоскую поверхность

Если мы примем клубень как идеальное упругое тело, то работа на смятие будет равна нулю $A=0$.

Вся энергия исходного состояния переходит в кинетическую энергию:

$$mgH = \frac{m g^2}{2}, \quad (6)$$

где $g = g_s$ – скорость отскакивания, м/с.

Если $A \neq 0$ тогда

$$\frac{m g^2}{2} = mgH - A, \quad (7)$$

отсюда

$$g = g_s = \sqrt{\frac{2(mgH - A)}{m}}. \quad (8)$$

Скорость горизонтального отскакивания тела:

$$g_x = g_s \cos(90 - \alpha)_s. \quad (9)$$

Скорость вертикального отскакивания тела:

$$g_y = g_s \sin(90 - \alpha)_s - gt_s. \quad (10)$$

Высота отскакивания тела:

$$y = g_s t_s \sin(90 - \alpha) - \frac{g t_s^2}{2}. \quad (11)$$

В верхней точке $g_y = 0$. Отсюда находим время отскакивания:

$$t_s = \frac{g_s \sin(90 - \alpha)}{g}. \quad (12)$$

Длина (расстояние) отскакивания тела:

$$l_1 = x = g_s t_s \cos(90 - \alpha). \quad (13)$$

Изменение длины отскакивания при различных значениях работы, затраченной на смятие дана на рисунке 3. [7]

$$\omega = g_x / R, \tag{14}$$

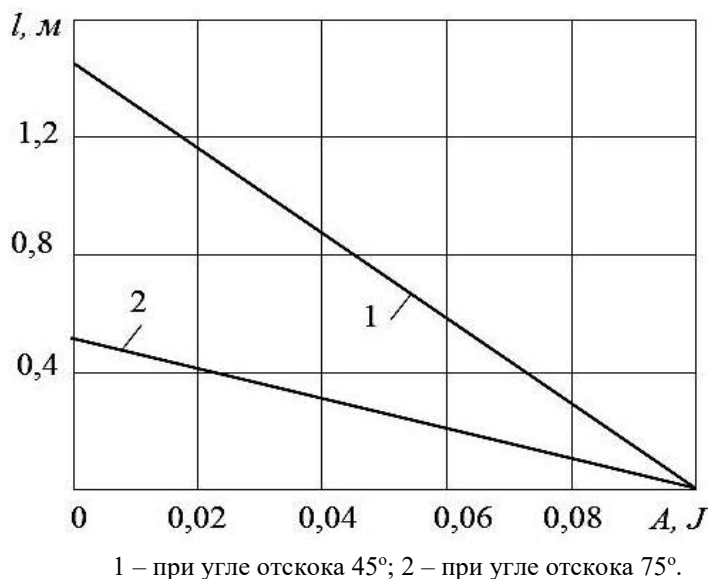


Рис. 3 - График зависимости изменения длины отскакивания от силы, затраченной на смятие

Анализ графика показывает, что если вся энергия удара будет израсходована на смятие, то длина отскакивания будет равна нулю. По мере снижения расхода работы на смятие длина отскакивания увеличивается.

Клубень картофеля с радиусом R при встрече с горизонтальной поверхностью имеет скорость центра массы [8]. Это равно горизонтальной сумме скорости отскакивания (g_x). Соответственно происходит катание по горизонтальной поверхности с угловой скоростью “ ω ”:

Расстояние, преодолеваемое от точки падения до полной остановки, имеет следующий вид:

$$l_2 = R\varphi, \tag{15}$$

где φ – угол поворота тела до полной остановки от воздействия силы трения в горизонтальной плоскости, рад:

$$F_{sur} = md f, \tag{16}$$

где F_{sur} – сила трения, H ;

f – коэффициент трения при откатывании.

Торможение (работа остановки (стопорения)):

$$A_T = mgfl_2 = mg f R\varphi. \tag{17}$$

При остановке кинетическая энергия переходит в работу торможения:

$$\frac{m g_x^2}{2} = mg f R\varphi, \tag{18}$$

здесь

$$\varphi = \frac{g_x^2}{2g f R}. \tag{19}$$

Расстояние которое может пройти тело катясь от места падения при отскакивании имеет вид:

$$L = l_1 + l_2. \tag{20}$$

Результаты и их обсуждения. На основе расчетных и экспериментальных значений на рисунке 4 дана графическая зависимость высоты падения от расстояния откатывания клубней картофеля с точки падения. Данные полученные во время эксперимента следующие: высота падения клубней h – 0,30; 0,60 и 0,85 м; радиус R – 0,025 м, масса m – 0,06 кг, коэффициент трения при откатывании $\delta = 0,005$ м ($f = \delta/R$) [12, 13].

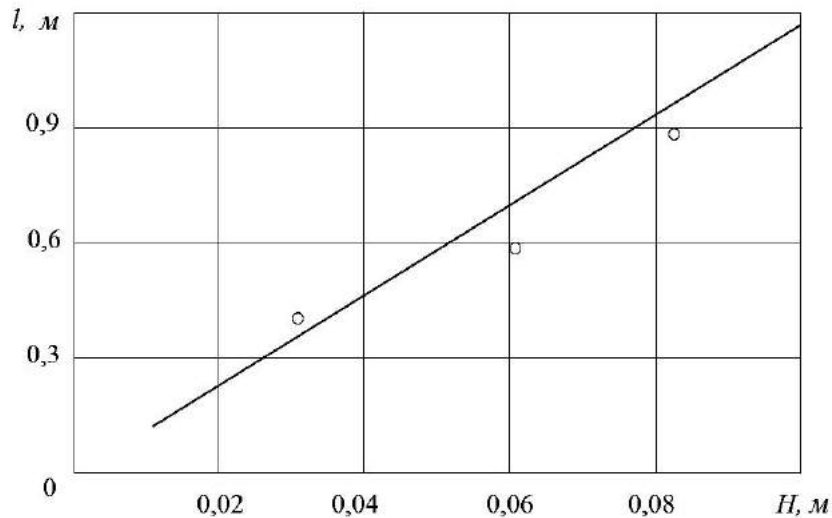


Рис. 4 - Зависимость расстояния откатывания клубней от высоты падения клубней картофеля на горизонтальную поверхность

Площадь, занимаемая падающим на горизонтальную поверхность слоем картофеля равна площади прямоугольника с длиной равной $(2L_{or} + b)$ и шириной $2L_{or}$ (L_{or} – расстояние от места падения до места остановки; b – ширина ленты транспортера подающего картофель).

Многочисленными экспериментами установлено, что количество клубней картофеля подвергающихся воздействию удара остается неизменным независимо от температуры окружающей среды во время падения. Однако количество клубней получивших наружные и внутренние повреждения при низких температурах относительно высоки.

Экспериментальным путем были определены стойкость оболочки и мякоти картофеля к проколу тупым предметом, а также высота падения картофеля, при которой клубень подвергается механическим повреждениям [14].

В результате лабораторных исследований было установлено, что сопротивление оболочки и мякоти картофеля при проколе тупым предметом неодинаково. При падении картофель может получить видимые и невидимые повреждения. На рисунке 5 даны кривые, построенные на основе эмпирических формул, отражающих зависимость количества поврежденных клубней картофеля от высоты падения при различных температурах окружающей среды [10].

После определения статистической вероятности [9] появления события повреждения рабочими органами картофелеуборочного комбайна клубней картофеля для определения вероятностей суммы появления событий повреждения клубней до загрузки в накопительный бункер воспользуемся теоремой суммы вероятностей независимых и совместных событий ($K_1, K_2 \dots K_n$) (рисунок 6). Определив вероятности суммы совместных и независимых событий повреждений клубней до загрузки в накопительный бункер картофелеуборочного комбайна, находим сумму повреждений картофеля, которая имеет следующий вид:

$$P(K_i) = P(K_1) + P(K_2) + P(K_3) - P(K_1K_2) - P(K_1K_3) + P(K_1K_2K_3). \quad (21)$$

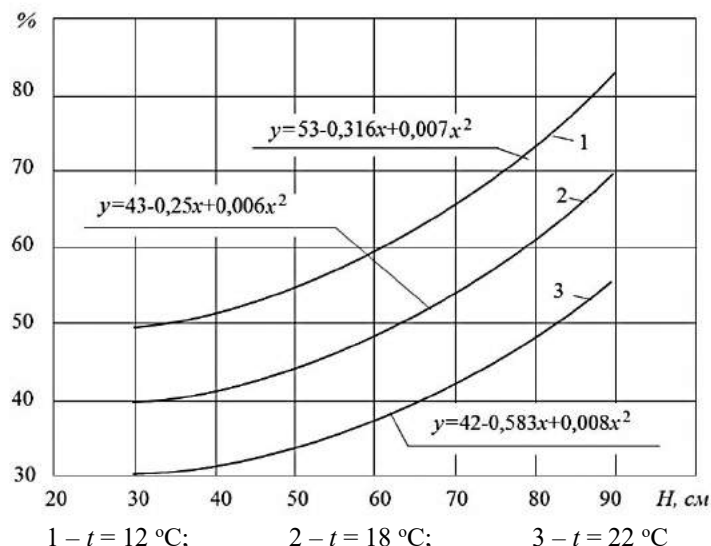


Рис. 5 - Процент повреждения клубней картофеля в зависимости от высоты падения

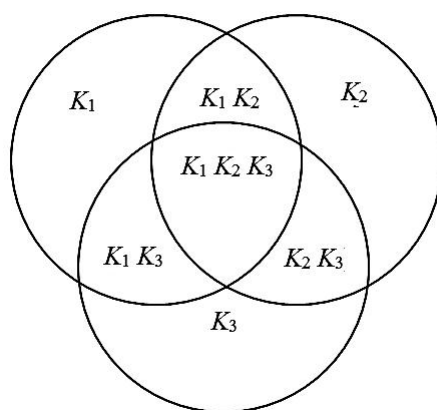


Рис. 6 - Интерпретация события для определения вероятности повреждения картофеля до загрузки в накопительный бункер картофелеуборочного комбайна.

В общем виде вероятность повреждения картофеля выражается в виде суммы независимых и совместных событий (опытов):

$$P\left(\sum_{i=1}^n K_i\right) = \sum_i P(K_i) - \sum_{i,j} P(K_i K_j) + \sum_{i,j,k} P(K_{i,j,k}) - \dots + (-1)^{n-1} P(K_1 K_2 \dots K_n), \quad (22)$$

где суммы i ; i, j ; i, j, k охватывают разные значения индексов.

В процессе заполнения накопительного бункера вероятность начала события повреждения клубней картофеля K_4 определяется как расчетный процент падения клубней с допустимой высотой. Аналогичным образом определяются начала событий K_5, K_6, K_7 и K_8 . [15, 16].

Заключение. При взаимодействии картофеля при выгрузке на поверхность платформы вероятность начала события повреждения картофеля K_6 определяется в процентах относительно всей массы. При хранении вероятность начала события повреждения K_9 равна нулю. При сортировке статистическая вероятность повреждения клубней на роликовых сортировочных рабочих органах составляет 10...23 %.

Библиография

1. Аббасов Г.И. Исследование процесса механических повреждений клубней картофеля (на азербайджанском языке) //Сборник известий. Гянджа: Гянджинское отделение НАНА, 2016. №2(64). С. 71-76.
2. Аббасов Г.И. Обоснование режима работы погрузчика применительно к картофелехранилищам // Аграрная наука, 2018. №3. С. 70-72.

3. Болохоев В.С. Обоснование параметров рабочих органов картофелеуборочных машин для снижения повреждений клубней: Автореф. дисс. канд. техн. наук.- Улан –Уде, 2013.-24 с.
4. Рембалович Г.К. и др. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Политематический сетевой электронный научный журнал. Куб. ГАУ. Краснодар, 2011. № 74. С. 596-606.
5. Гордеев О.В. Повреждение клубней картофеля при падении // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007. №9. С. 13-14.
6. Верещагин Н.И. Динамические характеристики клубней картофеля / Вестник МГАУ, 2007. № 3. С. 69-76.
7. Жилкин В.А., Латыпов Р.М., Подолько П.М. Исследование напряженно-деформированного состояния упругой полуплоскости, взаимодействующей со стержнем круглого поперечного сечения / Вестник кокшетауского университета.- Кокшетау, 2006. С. 118-130.
8. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствование картофелеуборочных машин: Автореф. дисс. докт. техн. наук. М., 2005. 40 с.
9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 2003. 480 с.
10. Гмурман В.Е. Руководства по решению задач по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Высшая школа, 2004. 407 с.
11. Сапожников П., Макаров А., Радионова М. Теория вероятностей, математическая статистика в примерах, задачах и тестах. М.: Инфра-М, 2017. 496 с.
12. Туболев С.С. и др. Машинные технологии и техника для производства картофеля. М.: Агроспас, 2010. 316 с. URL: <http://kartofel.org/knigi/technology.pdf>
13. Калинин А.Б., Ружьев В.А., Теплинский И.З. Мировые тенденции и современные технические системы для возделывания картофеля: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2016. 160 с.
14. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин: учеб. пособие / А.Н. Зайдель. Изд. 3-е, стер. СПб.: Лань, 2009. 108 с.
15. Сапожников П.Н., Макаров А.А., Радионова М.В. Теория вероятностей, математическая статистика в примерах, задачах и тестах. М.: КУРС: ИНФРА-М, 2016. 496 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548242>
16. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 648 с.

Reference

1. Abbasov G.I. Issledovanie processa mekhanicheskikh povrezhdenij klubnej kartofelya [Investigation of the process of mechanical damage of potato tubers (in Azerbaijani)] // Collection of news. Ganja: Ganja branch of ANAS, 2016. №2 (64). Pp. 71-76.
2. Abbasov G.I. Obosnovanie rezhima raboty pogruzchika primenitel'no k kartofelekhranilishcham [Substantiation of loader operation mode in relation to potato storages] // Agrarian science, 2018. No. 3. Pp 70-72.
3. Bolokhoev V.S. Obosnovanie parametrov rabochih organov kartofeleuborochnyh mashin dlya snizheniya povrezhdenij klubnej [Justification of the parameters of the working bodies of potato harvesters to reduce damage to tubers]: abstract. Diss. Cand. tech. sciences'. Ulan-Ude, 2013. 24 p.
4. Rymbalovich G.K. and etc., Vzaimosvyaz' harakteristik povrezhdaemosti klubnej s parametrami tekhnicheskogo sostoyaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki v processe proizvodstva kartofelya [The relationship of the characteristics of damage of tubers with the parameters of the technical state of agricultural machinery in the production process of potato] / Polythematic network electronic scientific journal. Kuban. SAU. Krasnodar, 2011. No. 74. Pp 596-606.
5. Gordeev O.V. Povrezhdenie klubnej kartofelya pri padenii [Damage to potato tubers in the fall] // Mechanization and electrification of agriculture, 2007. No. 9. Pp. 13-14.
6. Vereshchagin N.Ī. Dinamicheskie harakteristiki klubnej kartofelya [The dynamic characteristics of potato tubers] / Bulletin of the MSAU, 2007. № 3. Pp. 69-76.
7. Zhilkin V.A., Latypov R.M., Podolko P.M. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya uprugoj poluploskosti, vzaimodejstvuyushchej so sterzhnem kruglogo poperechnogo secheniya [Investigation of the stress-strain state of an elastic half-plane interacting with a rod of circular cross-section] / Bulletin of Kokshetau University. Kokshetau, 2006. Pp. 118-130.
8. Kuzmin A.V. Metody snizheniya povrezhdaemosti klubnej kartofelya i sovershenstvovanie kartofeleuborochnyh mashin [Methods of reducing damage to potato tubers and improving potato harvesters]: abstract. Diss. doctor. tech. sciences.- M., 2005. 40 p.
9. Gmurman V.E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika [Theory and mathematical statistics]. M.: High school, 2003. 480 p.
10. Gmurman V.E. Rukovodstva po resheniyu zadach po teorii veroyatnostej i matematicheskoy statistike [Guidelines for solving problems in probability theory and mathematical statistics]. M.: High school, 2004. 407 p.
11. Sapozhnikov P.N., Makarov A.A., Radionova M.V. Teoriya veroyatnostej, matematicheskaya statistika v primerah, zadachah i testah [Theory, mathematical statistics in examples, problems and tests]. M.: Infra-M, 2017. 496 p.
12. Tupolev S.S. and etc. Mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya proizvodstva kartofelya [Machine technologies and machinery for potato production]. M.: Aгроспас, 2010. 316 p. URL: <http://kartofel.org/knigi/technology.pdf>

13. Kalinin A.B., Ruzhyev V.A., Teplinskaya, I.Z. Mirovye tendencii i sovremennye tekhnicheskie sistemy dlya vozdeliyvaniya kartofelya [World trends and modern technology systems for the cultivation of potatoes: a training manual]. SPb.: Prospect Nauki, 2016. 160 p.

14. Seidel A.N. Oshibki izmerenij fizicheskikh velichin [Errors of physical quantities: studies. manual]. 3rd, ster. SPb.: LAN, 2009. 108 p.

15. Sapozhnikov P.N., Makarov A.A., Radionova M.V. Teoriya veroyatnostej, matematicheskaya statistika v primerah, zadachah i testah [Theory, mathematical statistics in examples, problems and tests]. M.: COURSE: INFRA-M, 2016. 496 p. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548242>

16. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve [Methods of field experience in vegetable growing]. M.: Russian Agricultural Academy, 2011. 648 p

Сведение об авторе

Гияс Имран оглы Аббасов, доктор философии по технике, доцент, Азербайджанский Государственный Аграрный Университет (АГАУ); AZ2000, Азербайджанская Республика, г. Гянджа, проспект Ататюрка, 262. тел. (+994) 50 362 56 61, e-mail: tagiyev.asau@gmail.com

Information about the author

Giyas Imran Abbasov, PhD of engineering, associate professor, Azerbaijan State Agrarian University (ASAU); AZ2000, Azerbaijan Republic, Ganja, Ataturk Avenue, 262. tel. (+994) 50 362 56 61, e-mail: tagiyev.asau@gmail.com

УДК 621.382

Д.Е. Афанасьев, Р.П. Ли-Фир-Су

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЕЙ КЛЕТЧНОЙ БАТАРЕИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА ПТИЦЫ

Аннотация. При централизованном регулировании температуры обогревательных блоков клеточной батареи с помощью многоточечного тиристорного регулятора, температуру измеряют датчиками, установленным в различных блоках. Очевидно, чем больше обогревательных блоков будет опрошено обогревающим устройством, тем точнее средняя статистическая температура всех обогревательных блоков будет совпадать с заданной. Наоборот, если всеми обогревательными блоками батареи управлять по температуре одного из блоков, расхождение средней статистической температуры батареи от заданной будет значительным. В связи с этим возникает вопрос определения оптимального количества обогревательных блоков, в которых необходимо установить датчики для замера температуры. Задача может быть решена в следующей постановке: по заданной точности поддержания температуры в обогревательных блоках клеточной батареи определить необходимое количество датчиков, устанавливаемых по длине и высоте батареи (ширина клеточной батареи равна ширине одной клетки, поэтому по ширине устанавливается один датчик). Аналогичные задачи решаются методами параболической и статистической интерполяции. Расчетами определены места установки датчиков для поддержания средней статистической температуры обогревательных блоков. Если первый датчик, например, установлен в первом обогревательном блоке, то второй должен быть установлен в четвертом блоке. Задача определения оптимального количества датчиков температуры в настоящее время актуально в жилищно-коммунальном хозяйстве городов и сельских населенных пунктов, землеустройства, озераведения, климатологии, в горном деле, дорожном строительстве. С учетом определенных параметров, например, в жилищно-коммунальном хозяйстве «розы ветров», расположения здания относительно сторон света, их этажности, каких-либо конструктивных особенностей предлагаемый способ может быть использован в жилищно-коммунальном хозяйстве и в других указанных выше системах.

Ключевые слова: электрообогреватели клеточной батареи, средняя статистическая температура, датчики, корреляционная функция, параболическая интерполяция

DETERMINING THE OPTIMUM NUMBER OF SENSORS FOR MEASURING THE AVERAGE STATISTICAL TEMPERATURE OF THE ELECTRICAL HEATERS OF CELL BATTERIES FOR RAISING OF THE YOUNG POULTRY

Abstract. With centralized control of the temperature of the heating blocks of the cell battery using a multipoint thyristor controller, the temperature is measured by sensors installed in various blocks. Obviously, the more heating units will be polled by the circulating device, the more precisely the average statistical temperature of all heating units will coincide with the set one. On the contrary, if all the heating blocks of the battery are controlled by the temperature of one of the blocks, the discrepancy between the average statistical temperature of the battery and the set temperature will be significant. In this regard, the question arises of determining the optimal number of heating units in which it is necessary to install sensors for measuring temperature. The problem can be solved in the following statement: according to the given accuracy of maintaining the temperature in the heating blocks of the cell battery, determine the required number of sensors installed by the length and height of the battery (the width of the cell battery is equal to the width of one cell, therefore, one sensor is installed in width). Similar problems are solved by methods of parabolic and statistical interpolation. The calculations determined the installation locations of the sensors to maintain the average statistical temperature of the heating blocks. If the first sensor, for example, is installed in the first heating block, then the second should be installed in the fourth block. The task of determining the optimal number of temperature sensors is currently relevant in the housing and utilities sector of cities and rural settlements, land management, lake science, climatology, mining, road construction. Taking into account certain parameters, for example, in the housing and communal services «wind roses», the location of the building relative to the cardinal points, their number of storeys, any design features, the proposed method can be used in housing and communal services and in the other systems mentioned above.

Keywords: electric heaters of cell battery, average statistical temperature, sensors, correlation function, parabolic interpolation.

Введение. При централизованном регулировании температуры обогревательных блоков клеточной батареи для выращивания молодняка птицы с помощью многоточечного тиристорного регулятора температуру измеряют датчиками, установленными в различных блоках [1-3]. Очевидно, чем больше обогревательных блоков будет опрошено обогревающим устройством, тем точнее средняя статистическая температура всех обогревательных блоков будет совпадать с заданной.

Наоборот, если всеми обогревательными блоками батареи управлять по температуре одного из блоков, расхождение средней статистической температуры батареи от заданной будет значительным. В связи с этим возникает вопрос определения оптимального количества обогревательных блоков, в которых необходимо установить датчики для замера температуры.

Постановка и метод решения задачи. Задача может быть решена в следующей постановке: по заданной точности поддержания температуры в обогревательных блоках клеточной батареи [4-6] определить необходимое количество датчиков, устанавливаемых по длине и высоте батареи (ширина клеточной батареи равна ширине одной клетки, поэтому по ширине устанавливается один датчик).

Аналогичные задачи решаются методами параболической и статистической интерполяции [7]. Допустимое по зоотехническим требованиям колебание температуры $\Delta\theta_{\text{доп}}$ в обогревательных блоках клеточной батареи считаем известным [8-13]. Необходимое количество датчиков должно быть определено из условия:

$$3\sigma_{\theta_i} \leq \Delta\theta_{\text{доп}},$$

где σ_{θ_i} – допустимое значение средней квадратической ошибки при аппроксимации теплового поля всей клеточной батареи по пространственной координате (в нашем случае по высоте и длине батареи).

Обработка непрерывной записи температуры в каком-либо обогревательном блоке или одновременно в разных обогревательных блоках батареи при отсутствии регулирования показывает, что изменение температуры блоков во времени и в пространстве носит характер случайной функции. Характеристики этой функции зависят от изменения параметров окружающей среды (скорость движения потоков воздуха в разных точках помещения, изменение температуры помещения по высоте и длине батареи, а также во времени, отклонения мощностей нагревательных элементов обогревательных блоков от их номинальных значений из-за ошибки при изготовлении).

В рассматриваемом случае длительность цикла последовательного опроса распределителя значительно меньше, чем время спада корреляционной функции температуры в любом обогревательном блоке клеточной батареи. Следовательно, для упрощения задачи определения оптимального количества датчиков считаем, что температура в разных обогревательных блоках за эту длительность времени не успевает сколько-нибудь заметно измениться, т.е. учитываем влияние только геометрических координат (высоты и длины клеточной батареи). Задачу решаем для двух случаев: обогревательные блоки четырех верхних ярусов рассматриваются совместно, а блоки нижнего яруса – отдельно.

Для решения поставленной задачи необходимо иметь множество реализаций записи температуры в разных обогревательных блоках клеточной батареи. Температура в разных точках батареи по длине и по высоте должна быть замерена в одинаковые моменты времени. Интервал времени между соседними замерами выбирают большим времени спада корреляционных функций температуры в разных обогревательных блоках. После получения достаточно большого количества экспериментальных данных (не менее нескольких десятков замеров температуры каждого обогревательного блока) производим их обработку.

Определяем математическое ожидание (среднее арифметическое значение) температуры в каждом обогревательном блоке (точке) батареи:

$$m_{\theta}(n_{ij}) = \frac{\sum_{k=1}^n \theta_k(n_{ij})}{n} \quad (1)$$

где n – количество замеров;

$\theta(n_{ij})$ - температура в i -точке j -яруса.

При известном математическом ожидании оценка дисперсии температуры (средний квадрат отклонений температуры от математического ожидания) составит:

$$D_{\theta}(n_{ij}) = \frac{\sum_{k=1}^n [\theta_k(n_{ij}) - m_{\theta}(n_{ij})]^2}{n-1} \text{ и } \sigma_{\theta}(n_{ij}) = \sqrt{D_{\theta}(n_{ij})}$$

Центрируем экспериментальные значения температур и выражаем их в относительных единицах:

$$\theta_k(n_{ij}) = \frac{\theta_k(n_{ij}) - m_\theta(n_{ij})}{3\sigma_\theta(n_{ij})} \quad (2)$$

Определяем оценки корреляционных функций температуры обогревательных блоков батареи:

По длине батареи для каждой секции

$$k_\theta(n_{ij}) / j = const = \frac{\sum_{k=1}^n \theta_k(n_{i=const,j}) \theta_k(n_{i=1,2,3...j})}{n-1} \quad (3)$$

По высоте батареи для каждой секции

$$k_\theta(n_{ij}) / i = const = \frac{\sum_{k=1}^n \theta_k(n_{i=const,j}) \theta_k(n_{i=1,2,3...j})}{n-1} \quad (4)$$

Строим зависимости $k_\theta(n_{ij}) / i = const = f_1(i)$ и $k_\theta(n_{ij}) / j = const = f_2(j)$, по кото-

рым определяем количество клеток между соседними датчиками по длине и высоте батареи. Это осуществляется подбором точек i и j на графиках корреляционных функций, удовлетворяющих уравнениям погрешности интерполяции.

Для случая простейшей параболической интерполяции по двум точкам используем уравнения [7]:

По длине батареи

$$\sigma_{3l}^2 = 1,5k_\theta(n_{0,j}) / j = const - 2k_\theta(n_{i/2,j}) / j = const + 0,5k_\theta(n_{i,j}) / j = const \quad (5)$$

По высоте батареи

$$\sigma_{3l}^2 = 1,5k_\theta(n_{i,0}) / j = const - 2k_\theta(n_{i,j/2}) / j = const + 0,5k_\theta(n_{i,j}) / j = const$$

Простейшую статистическую интерполяцию осуществляем по уравнениям [7]:

По длине батареи

$$\sigma_{3l}^2 = k_\theta(n_{0,j}) / j = const - \frac{2k_\theta(n_{i/2,j}) / j = const}{k_\theta(n_{0,j}) / j = const + k_\theta(n_{i,j}) / j = const} \quad (6)$$

По высоте батареи

$$\sigma_{3l}^2 = k_\theta(n_{i,0}) / i = const - \frac{2k_\theta(n_{i,j/2}) / i = const}{k_\theta(n_{i,0}) / i = const + k_\theta(n_{i,j}) / i = const} \quad (7)$$

Требуемые расстояния между датчиками по длине и высоте находим решением приведенных уравнений относительно i и j .

Пример расчета. По 127 реализациям (рис. 1) температурного поля 9 обогревательных блоков клеточной батареи определить количество датчиков, необходимых для поддержания средней статистической температуры обогревательных блоков четырех верхних ярусов батареи на уровне заданной с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$.

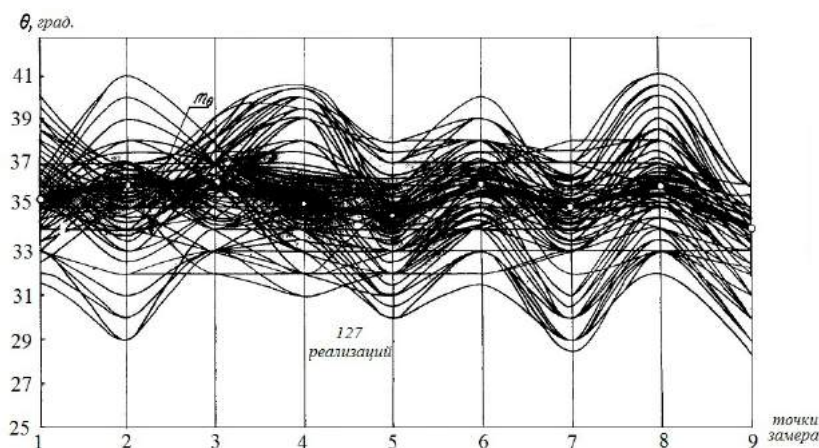


Рис. 1 – Уровни температуры клеточной батареи при отсутствии регулирования

Требуемое расстояние между соседними датчиками по длине и высоте клеточной батареи определяем методом подбора величин i и j на графике оценок корреляционных функций температуры (рис. 2), удовлетворяющих уравнениям погрешности интерполяции при $\sigma_{3t} = 0,5^\circ\text{C}$.

Для решения задачи используем метод простейшей параболической интерполяции.

Принимая $i=1$, из графика находим:

$$k_\theta(n_{0,j})/j = \text{const} = 0,185;$$

$$k_\theta(n_{i/2,j})/j = \text{const} = 0,111;$$

$$k_\theta(n_{i,j})/j = \text{const} = 0,067;$$

Подставляем эти значения в уравнение интерполяции:

$$0,22 = 1,5 \times 0,185 - 2 \times 0,11 + 0,5 \times 0,067;$$

$$0,25 = 0,277 - 0,22 + 0,033$$

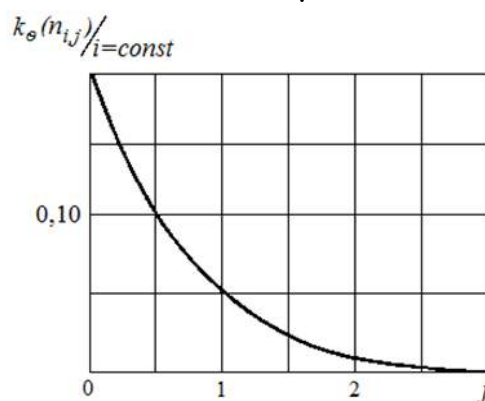


Рис. 2. Оценка корреляционной функции температуры обогревательных блоков по высоте клеточной батареи КБЭ-1

$$0,25 \neq 0,09$$

Принимая $i=2$, получаем

$$k_{\theta}(n_{0,j})/j = const = 0,185;$$

$$k_{\theta}(n_{i/2,j})/j = const = 0,067;$$

$$k_{\theta}(n_{i,j})/j = const = 0,01;$$

после подстановки в уравнение интерполяции:

$$0,25 = 1,5 \times 0,185 - 2 \times 0,067 + 0,6 \times 0,01;$$

$$0,25 = 0,277 - 0,134 + 0,006;$$

$$0,25 \neq 0,149.$$

Принимаем $i=3$. Соответствующие расчетные значения оценок корреляционных функций равны:

$$k_{\theta}(n_{i/2,j})/j = const = 0,01;$$

$$k_{\theta}(n_{i,j})/j = const \approx 0.$$

По уравнению интерполяции находим:

$$0,25 = 0,277 - 0,2 \times 0,01;$$

$$0,25 \approx 0,275.$$

Заключение. Таким образом, требуемое расстояние между соседними датчиками по длине батареи равно: $i=3$. Это значит, что если первый датчик, например, установлен в первом обогревательном блоке, то второй должен быть установлен в четвертом блоке.

По методу простейшей параболической интерполяции аналогично определяем расстояние между соседними датчиками по высоте батареи: $j=3$.

Следовательно, для поддержания средней статистической температуры обогревательных блоков четырех верхних ярусов стандартной клеточной батареи КБЭ-1 длиной 9,31 м на уровне заданной с точностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$ необходимо установить датчики в четырех обогревательных блоках клеточной батареи.

Практическая ценность. Задача определения оптимального количества датчиков температуры в настоящее время актуально в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) городов и сельских населенных пунктов, землеустройства, озероведения, климатологии, в горном деле, дорожном строительстве. С учетом определенных параметров, например, в ЖКХ «розы ветров», расположения здания относительно сторон света, их этажности, каких-либо конструктивных особенностей предлагаемый способ может быть использован в ЖКХ и в других указанных выше системах.

Библиография:

1. Дубровин А.В. Автоматизированная электротехнология централизованного локального и общего обогрева в птицеводстве: дис. доктор технических наук: 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве. Москва. 2004. 446 с.
2. Егорова В.С. Оптимизация микроклимата птичников и адаптационная реакция кур в условиях Якутии: дис. кандидат биологических наук: 06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза. Якутск. 2013. 153 с.
3. Черноморцева С.В. Влияние оптимизации микроклимата птичников на физиологическое состояние и продуктивные качества кур-несушек в условиях Приамурья: дис. канд. с.-х. наук: 06.02.04 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства. Уфа, 2007. 116 с.
4. Галле В., Пешель Ж. Создание оптимального климата в птичниках // Птицеводство. 2006. № 9. С. 49-51.
5. Кокорин О.В., Бобоев С.С. Энергосберегающая система микроклимата // Птицеводство. 1996. № 2. С. 34-36.

6. Маннелли А.И., Трегубов В.А. О состоянии птицеводческой отрасли в России // Птицеводство. 2004. № 1. С. 5-9.
7. Ahmad Ibrahim. Battling the heat in the summer months. WP, Vol. 17, No 5, 2001.
8. Jan Hulzebosch. How to keep your birds cool. WP, Vol. 21, No 6, 2005.
9. Ron Meijerhof. The Importance of Temperature Control in Optimizing Chick Health. WP, Vol. 22, No 3, 2006.
10. Simon M. Shane. Enhancing production at high ambient temperature. WP, Vol. 17, No 11, 2001.
11. Wiebe van der Sluis. Climate control is not an issue for larger houses. WP, Vol. 22, No 11, 2006.
12. Ицкович Э.Л. Статистические методы при автоматизации производства. М.: Энергия, 1964. – 192 с.

References

1. Dubrovin A.V. Avtomatizirovannaya elektrotekhnologiya tsentralizovannogo lokal'nogo i obshchego obogreva v ptitsevodstve [Automated electrical technology of centralized local and general heating in poultry farming]: dis. Doctor of Technical Sciences: 05.20.02 - Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture. Moscow. 2004. 446 p.
2. Egorova V.S. Optimizatsiya mikroklimate ptichnikov i adaptatsionnaya reaktsiya kur v usloviyakh Yakutii [Optimization of the microclimate of poultry houses and the adaptive response of chickens in the conditions of Yakutia]: dis. Candidate of Biological Sciences: 06.02.05 - Veterinary Sanitation, Ecology, Pet Hygiene and Veterinary Sanitary Expertise. Yakutsk 2013. 153 p.
3. Chernomortseva S.V. Vliyaniye optimizatsii mikroklimate ptichnikov na fiziologicheskoye sostoyaniye i produktivnyye kachestva kur-nesushek v usloviyakh Priamur'ya [The influence of optimization of the microclimate of poultry houses on the physiological state and productive qualities of laying hens in the Amur region]: dis. Cand. S.-kh. Sciences: 06.02.04 - Private animal husbandry, production technology of livestock products. Ufa. 2007. 116 p.
4. Galle V., Peshel' ZH. Sozdaniye optimal'nogo klimata v ptichnikakh [Creating an optimal climate in poultry houses.]. Ptitsevodstvo. 2006. № 9. pp. 49-51.
5. Kokorin O.V., Boboev S.S. Energoberegayushchaya sistema mikroklimate [Energy-saving microclimate system]. Ptitsevodstvo. 1996. № 2. pp. 34-36.
6. Mannelli A. I., Tregubov V. A. O sostoyanii ptitsevodcheskoy otrasli v Rossii [On the state of the poultry industry in Russia]. Ptitsevodstvo. 2004. № 1. pp. 5-9.
7. Ahmad Ibrahim. Battling the heat in the summer months. WP, Vol. 17, No 5, 2001.
8. Jan Hulzebosch. How to keep your birds cool. WP, Vol. 21, No 6, 2005.
9. Ron Meijerhof. The Importance of Temperature Control in Optimizing Chick Health. WP, Vol. 22, No 3, 2006.
10. Simon M. Shane. Enhancing production at high ambient temperature. WP, Vol. 17, No 11, 2001.
11. Wiebe van der Sluis. Climate control is not an issue for larger houses. WP, Vol. 22, No 11, 2006.
12. Itskovich E.L. Statisticheskiye metody pri avtomatizatsii proizvodstva [Statistical methods in the automation of production]. M.: Energiya, 1964. 192 p.

Сведения об авторах

Афанасьев Дмитрий Егорович, доктор технических наук, профессор кафедры теплофизики и теплоснабжения ФТИ СВФУ им. М.К. Аммосова, ведущий научный сотрудник отдела электроэнергетики, Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, ул. Октябрьская, 1, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия, 677980, тел.(411-2) 33 66 65, e-mail: v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru

Ли-Фир-Су Роза Петровна, научный сотрудник отдела электроэнергетики, Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, ул. Октябрьская, 1, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия, 677980, тел.(411-2) 33 66 65, e-mail: lifirsu@mail.ru, v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru тел.: 8(4112)390565

Information about authors

Afanasyev Dmitriy Egorovich, doctor of technical sciences, professor of the Department of Heat Physics and Heat Engineering Physical-Technical Institute, Leading Researcher of the Electric Power Industry Department, the V.P. Larionov Institute of Physical-Technical Problems of the North, the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, St. Oktyabrskaya, 1, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677980, tel.(411-2) 33 66 65, e-mail: v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru

Li-Fir-Su Roza Petrovna, researcher of the Electric Power Industry Department, the V.P. Larionov Institute of Physical-Technical Problems of the North, the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, St. Oktyabrskaya, 1, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677980, tel.(411-2) 33 66 65, e-mail: lifirsu@mail.ru, v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru

УДК 631.361.022.003.13

Д.Н. Бахарев

ОБОБЩЕННАЯ ЗАДАЧА И КОНЦЕПЦИЯ ТЕОРИИ ОБМОЛОТА СОРТОВОЙ И ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ

Аннотация. На современном этапе развития современных молотильно-сепарирующих устройств для кукурузы не решена проблема макро- и микроповреждений зерна. Это обусловлено низким уровнем теоретической проработки процессов и явлений, протекающих во внешних и внутренних тканях зерна кукурузы под действием механических воздействий. Зерно кукурузы покрыто прочной оболочкой со средней толщиной 0,3 мм, способной на малой площади прогибаться под действием ударов со стороны рабочих органов молотильно-сепарирующих устройств на глубину до 0,45 мм без появления остаточных деформаций. Материал оболочки можно считать изотропным и вязкоупругим, а процесс ее деформации описывается элементами теории тонкостенных оболочек, представленных как вязкоупругая среда Максвелла, находящаяся под воздействием волновых колебаний, вызванных действием ударов о шипы молотильно-сепарирующих устройств. Более полное понимание закономерностей процессов, протекающих в оболочке зерна кукурузы находящегося под механическим воздействием обмолачивающих шипов, можно получить, объединив теорию тонкостенных оболочек, контактную задачу теории упругости Герца, основные положения теории удара и интегрировав результат данного объединения в информационную среду биомеханики и биосимметрии. В данном случае становится понятно, как распределяются напряжения в области контакта зерна с шипом, каково взаимное влияние материалов и форм контактирующих тел, закономерности образования площадки контакта, а также как данные явления взаимосвязаны во времени. Кроме того, можно функционально выразить закономерности влияния внутренних тканей зерна на процесс компенсации деформации его оболочки.

Ключевые слова: кукуруза, зерно, шип, удар, деформация, напряжение, закономерность, концепция

GENERALIZED PROBLEM AND CONCEPT OF THRESHOLD THEORY VARIETY AND HYBRID CORN

Abstract. At the present stage of development of modern threshing and separating devices for corn the problem of macro-and micro-damages of grain is not solved. This is due to the low level of theoretical study of processes and phenomena occurring in the external and internal tissues of corn grain under the influence of mechanical influences. Corn grain to cover with a strong shell with an average thickness of 0,3 mm, capable of a small area to bend under the influence of blows from the working parts of threshing and separating devices to a depth of 0,45 mm without the appearance of residual deformations. The material of the shell can be considered isotropic and viscoelastic, and the process of its deformation is described by elements of the theory of thin-walled shells, presented as Maxwell's viscoelastic medium, which is under the influence of wave oscillations caused by the impact of hitting's on the pins of threshing and separating devices. A more complete understanding of flow processes in the shell of the grain of corn under the mechanical action absolutely pins can be obtained by combining the theory of thin shells, the contact problem of the elasticity theory of Hertz, the main provisions of the theory of impact and by integrating the result of the enterprises in the information environment of biomechanics and biosymmetry. In this case, it becomes clear how the tensions are distributed in the contact area of the grain with the pine, what is the mutual influence of materials and forms of contacting body's regularities of formation of the contact area, as well, as how these phenomena are interconnected in time. Besides, it is possible to functionally express regularities of influence of internal tissues of grain on process of compensation of deformation of its shell.

Keywords: corn, grain, pin, impact, deformation, tensions, pattern, concept

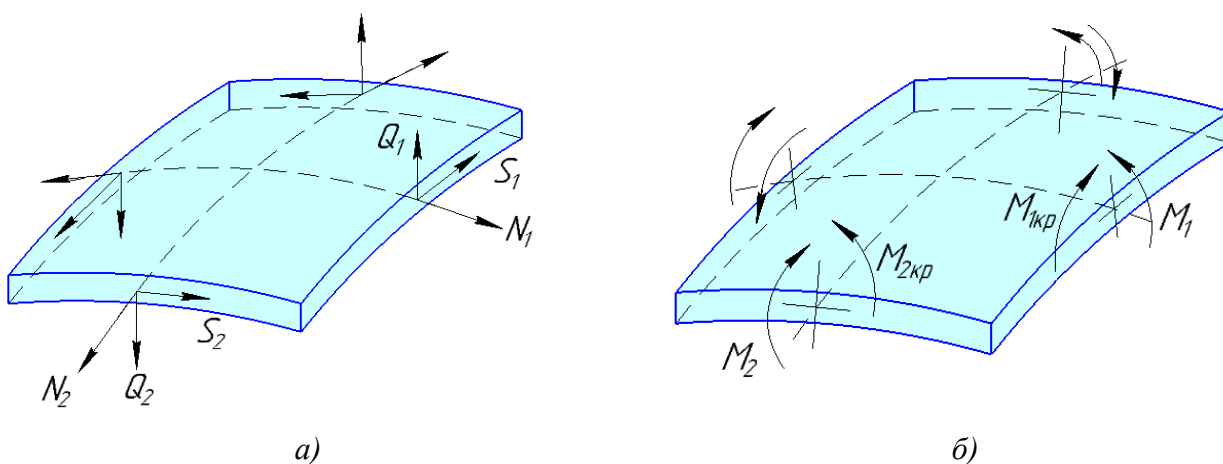
Введение. Исследование в направлении развития теоретических предпосылок для создания высокоэффективных молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) для сортовой и гибридной кукурузы проведено в соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства РФ на 2017-2025 гг., утвержденной постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996.

Целевым индикатором исследования (качественным показателем) является минимизация макро- и микроповреждений обмолоченного зерна сортовой и гибридной кукурузы посредством совершенствования технологии, и технических средств обмолота в стационаре. Достижение данного качественного показателя возможно посредством дальнейшего развития теории обмолота, что выражается в переходе от расширения области исследований к ее углублению в фундаментальных областях.

В настоящее время актуальной научно-технической задачей является разработка обобщенной теории обмолота кукурузы [1]. Для этого необходимо определить опорные области существующих фундаментальных исследований.

Фундаментальные области исследования.

В процессе обмолота кукурузы присутствует явление деформации тонкой оболочки зерна толщиной до 0,3 мм. Материал оболочки можно считать изотропным, поскольку он выполнен из одинаковых молекул, равнозначно проявляющих свои прочностные свойства в пространстве. Кроме того, материал оболочки является вязкоупругим, что подтверждается большим количеством исследований в области измельчения зерна кукурузы. Следовательно, обобщенная теория обмолота должна включать в себя элементы теории тонких оболочек. Суть теории тонких оболочек заключается в следующем. В оболочке выделяют криволинейный элемент предполагая, что на него действуют погонные (отнесенные к единице длины сечения): нормальные N_1 и N_2 , касательные S_1 и S_2 и поперечные Q_1 и Q_2 усилия (рисунок 1, а) и моменты: изгибающие M_1 и M_2 и крутящие $M_{1кр}$ и $M_{2кр}$ (рисунок 1, б). После чего устанавливается взаимосвязь между усилиями и радиусами кривизны элемента [2].



а) - схема расстановки усилий; б) - схема расстановки моментов;

Рис. 1 – Элемент тонкостенной оболочки

Деформация тонкой оболочки зерна в молотильной камере как правило происходит под действием удара, следовательно, кроме элементов теории тонких оболочек целесообразно использовать теорию удара, суть которой заключается в определении значения временной характеристики действия силы или ударного импульса[3].

$$S = \int_0^{\tau} F_{y\delta} dt, \tag{1}$$

где S – ударный импульс, Н·с;

τ – продолжительность удара (очень малый промежуток времени, в течение которого происходит удар), с;

$F_{y\delta}$ – сила удара, Н.

Определение значений ударного импульса недостаточно, поскольку импульс переходит в волновое явление (колебания оболочки в зоне воздействия), а это определяет экстремальные значения напряжений. Здесь следует использовать реологическое уравнение Максвелла для вязкоупругой среды во взаимосвязи с волновым уравнением продольных колебаний в сечениях однородного стержня.

В молотильной камере удар по зерну сопровождается его прижатием к криволинейным рабочим поверхностям: шипам, штифтам, билам и т.д. Поскольку присутствует плотный контакт упругих тел в обобщенной теории обмолота целесообразно применять основные принципы контактной задачи теории упругости Герца, суть которой описывается выражением [4]

$$F_{сж} = n_{Г} \cdot a^{3/2}, \quad (2)$$

где $F_{сж}$ – сила сжатия контактирующих тел, Н;

a – величина сближения контактирующих тел, м;

$n_{Г}$ – поправочный коэффициент Герца, Н/м, определяется по выражению:

$$n_{Г} = \frac{4 \cdot \sqrt{R_1}}{3 \cdot \pi \cdot (k_1 + k_2)}, \text{ Н/м}, \quad (3)$$

где R_1 – радиус кривизны меньшего из двух контактирующих тел, м;

k_1 и k_2 – соответственно, коэффициенты, зависящие от модуля Юнга и коэффициента Пуассона контактирующих тел, определяется по выражениям:

$$k_1 = (1 - \nu_1^2) / \pi \cdot E_1, \quad (4)$$

$$k_2 = (1 - \nu_2^2) / \pi \cdot E_2, \quad (5)$$

где E_1 и E_2 – соответственно, модуль Юнга контактирующих тел, Па;

ν_1 и ν_2 – соответственно, коэффициент Пуассона контактирующих тел.

Поскольку в изучаемом прикладном исследовании вышеперечисленные фундаментальные научные области направляются на защиту живого организма (семенного зерна) их следует интегрировать в поле научных знаний о биомеханике и биосимметрии.

Следовательно, построение обобщенной теории обмолота зерна кукурузы требует объединения трех теорий: тонких оболочек, удара и контактной задачи теории упругости Герца и интеграции данного объединения в научное поле бионики.

Объект и методы исследований. Объектом исследования являются закономерности сопротивления оболочки зерна кукурузы деформациям, вызываемым в результате ударно-сжимающего механического воздействия со стороны шипов деки МСУ.

В результате исследования были использованы методы математического анализа, теория систем, теория удара, теории реологии, контактная задача теории упругости Герца, основные положения теории тонкостенных оболочек и методологические основы бионики.

Результаты исследований и их обсуждение. Практические наблюдения и 3D-моделирование процесса образования площадки контакта в зерне при взаимодействии с шипами деки МСУ дают основания сделать вывод, что появление эллиптической площадки – это достаточно редкий частный случай, возникающий при одновременной деформации двух контактирующих тел сопоставимых по прочности. При взаимодействии шипа и зерна кукурузы деформируется только зерно. В подавляющем большинстве случаев область деформации или площадка контакта представляет собой объемную фигуру, состоящую из части эллипсоида соединённой с частью эллиптического параболоида (рисунок 2) [5].

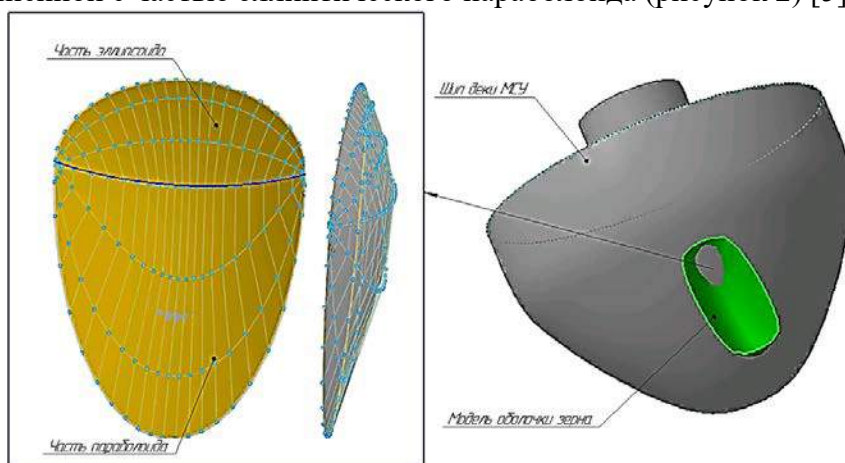
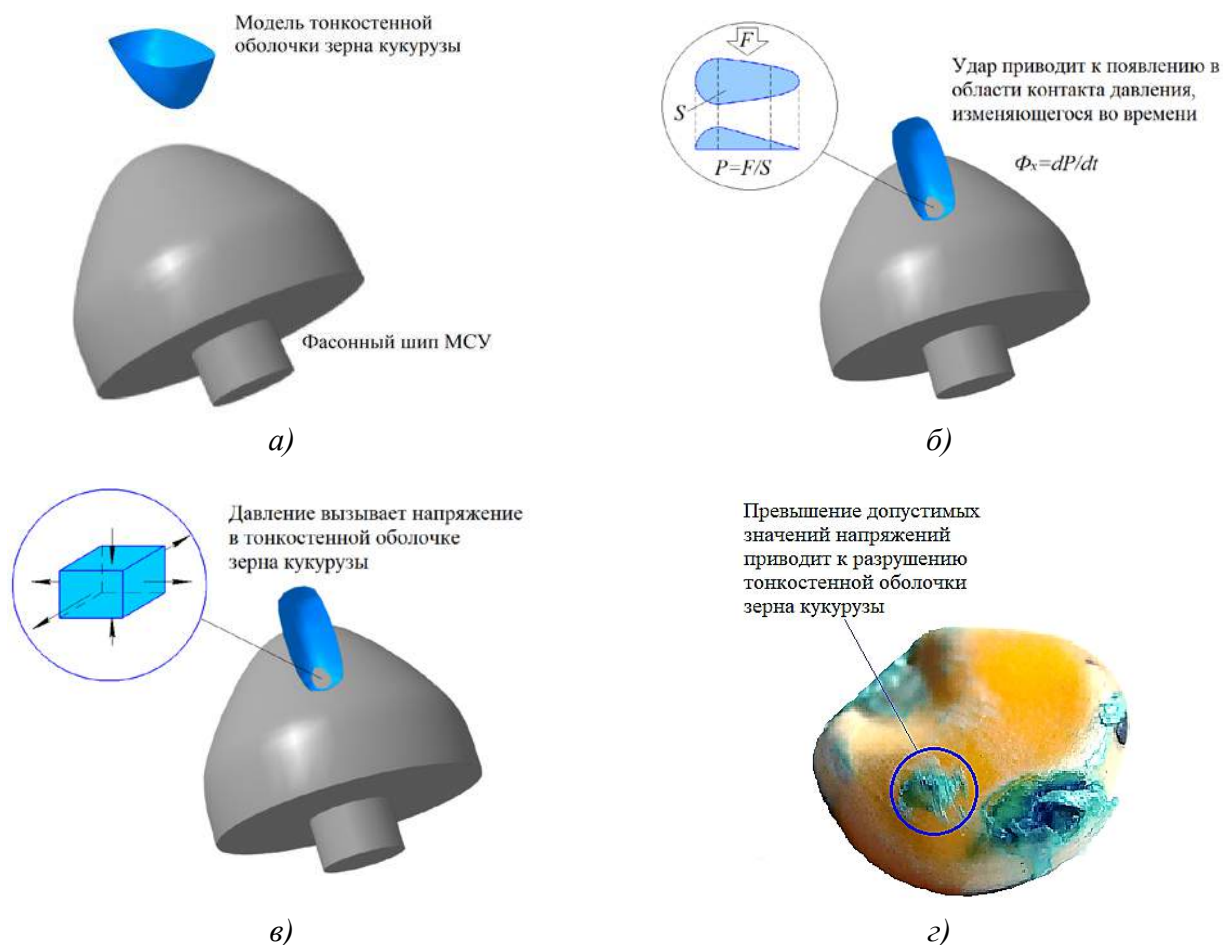


Рис. 2 – Иллюстрация наиболее вероятной формы площадки контакта зерна кукурузы с шипом деки МСУ

С позиции перечисленных во введении теорий взаимодействие шипов МСУ и тонкостенной оболочки зерна кукурузы можно рассмотреть, как сближение (рисунок 3, а), удар, вызывающий переменное давление (рисунок 3, б) и напряжение оболочки (рисунок 2,

в) в области контакта, что в случае превышения максимально допустимого значения напряжения вызывает локальное разрушение оболочки (рисунок 3, г).



а – сближение (здесь зерно представлено в виде модели оболочки); б – удар и формирование области контакта; в – визуализация напряжения материала оболочки зерна, находящейся под ударным воздействием; г – визуализация негативного результата взаимодействия.

Рис. 3 – Этапы взаимодействия зерна кукурузы с фасонным шипом молотильной камеры

Эффективным процесс обмолота может быть лишь в том случае, если локальные разрушения оболочки будут исключены.

Зерно находясь в початке под действием радиальной нагрузки может углубляться в тело стержня на глубину $h = 1 \dots 3$ мм [1], не отделяясь от него (рисунок 4, а). При воздействии на початок под углом к его радиусу, зерно может сохраняя целостность крепления к стержню отклоняться в сторону вместе с несколькими смежными зернами, опираясь на последние (рисунок 4, б). То есть, крепление зерна к стержню не является жесткой заделкой, а есть гибкая связь. Кроме того, внутренние ткани зерна поддерживая оболочку толщиной 0,3 мм повышают ее стойкость к деформациям, и оболочка без повреждений может прогнуться на величину до $l=0,45$ мм (рисунок 4, в) [1]. То есть условно можно сказать, что оболочка подперта изнутри менее прочным, но более пластичным материалом эндосперма. При этом оболочка зерна выполнена из изотропного вязкоупругого материала, с явно выраженными упругими свойствами.

Все перечисленное выше можно считать естественной системой защиты зерна от механических повреждений.

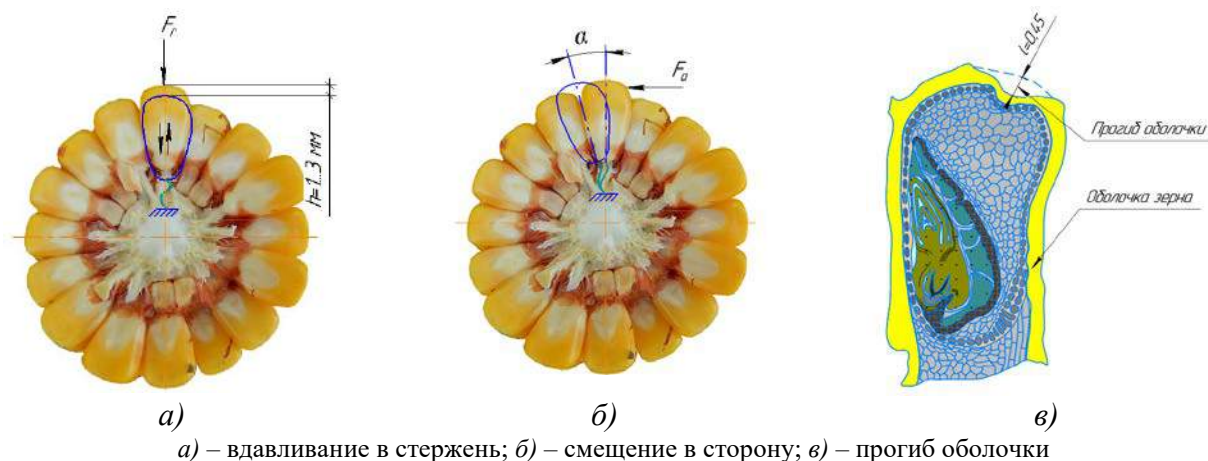


Рис. 4 – Иллюстрация элементов естественной системы защиты зерна кукурузы от механических повреждений

Из вышеизложенного вытекает постановка обобщенной задачи теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы.

Необходимо посредством математических моделей зафиксировать все закономерности процесса обмолота, позволяющие создавать такие условия, при которых связь зерна со стержнем будет разрушена в любой части початка (комель, средняя часть и носок), а предел возможностей системы естественной защиты зерна от механических повреждений не преодолен.

Вышесказанное позволяет сформулировать следующую концепцию теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы.

Минимизация макро- и микроповреждений зерна сортовой и гибридной кукурузы в процессе обмолота может быть достигнута посредством применения усовершенствованной технологии, использующей молотильное устройство, рабочие органы которого отделяют зерно от стержня воздействиями, согласованными по величине с системой естественной защиты зерна от механических повреждений.

Для решения обобщенной задачи теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы предлагается логический метод (рисунок 5).

Развитие теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы может идти: по ширине, глубине или ширине и глубине одновременно.

По ширине – это дальнейшее увеличение количества узконаправленных математических моделей для создания всё большего разнообразия конструкций МСУ. В результате появится возможность посредством многокритериального выбора осуществлять подбор конструкций МСУ для четко фиксированных условий обмолота. При этом можно достичь минимизации энергоемкости процесса Φ_1 , являющейся функцией от производительности Q и затрат мощности N и повышения качества обмолота Φ_1 за счет минимизации: недомолота δ , показателя дробления ε и потерь с незерновой частью ψ [6].

По глубине – это дальнейшее развитие существующей системы знаний о силовом факторе взаимодействия рабочих органов МСУ с зерном кукурузы [F]. При этом [F] математически моделируется посредством вышеописанных фундаментальных областей исследования. В данном случае следует:

- рассматривать контактную задачу теории упругости Герца как теорию T_1 , направленную на определение размера и формы трехмерной поверхности контакта $S_{(x,y,z)}$;
- направить теорию удара T_2 , на фиксацию критической скорости столкновения контактирующих тел V ;
- использовать теорию тонких оболочек T_3 , для определения изменяющихся во времени ударных объемных напряжений в защитной оболочке зерна $\sigma_{(x,y,z)}$.

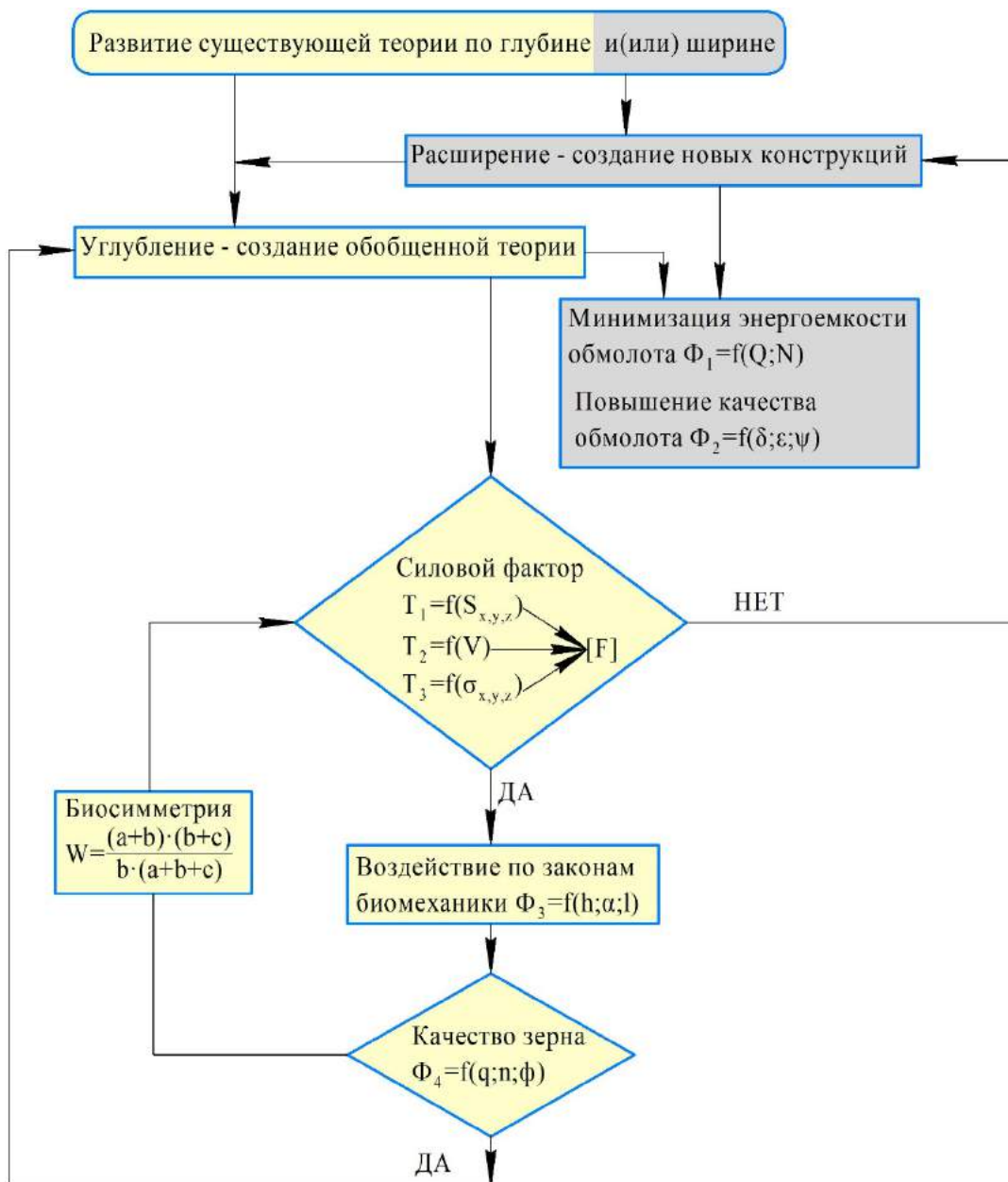


Рис. 5 – Логический метод решения обобщенной задачи теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы

В результате возникает возможность математически зафиксировать биомеханику отделения зерна от стержня как функцию Φ_3 от факторов системы естественной защиты зерна от механических повреждений (см. рисунок 5 и 4). И как следствие получить функциональную зависимость качества обмолоченного зерна Φ_4 от величины подачи початков на обмолот q , частоты вращения рабочих органов n , и влажности обмолачиваемого материала. А корректирующие функции в постановке начальных условий при математическом моделировании задаются из закономерностей биосимметрии, возникающих в объективной природе явлений, и выражающихся двойным отношением W линейных размеров длины a , ширины b , и высоты c [1].

Выводы. Построение обобщенной теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы возможно при расширении и углублении изучаемой системы знаний. Расширение целесообразно осуществлять через увеличение количества узконаправленных математических моделей для создания всё большего разнообразия конструкций МСУ, а углубление через

развитие существующей системы знаний о силовом факторе взаимодействия рабочих органов МСУ с зерном кукурузы. При этом, необходимо объединение трех теорий: контактной задачи теории упругости Герца, удара и тонких оболочек. В данном случае процесс построения обобщенной теории строго алгоритмизуется и укладывается в информационное поле биомеханики и биосимметрии.

Библиография

1. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г. Бионические основы конструирования молотильно-сепарирующих систем для початков кукурузы: монография. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2018. 168 с.
2. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М.: Наука. 1966. 636 с.
3. Кильчевский Н.А. Теория соударения твердых тел. К.: Наукова думка. 1969. 2476 с.
4. Джонас. А. Зукас, Николас Теодор, Свифт Ф. Хэллок, Лонгин Б. Грищук, Дональд Р. Курран. Динамика удара. М.: Мир. 1985. 296 с.
5. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Теоретическое исследование контакта фасонного шипа и зерна кукурузы в молотильной камере // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». Вып. 5. 2018. С. 20-24.
6. Алдошин Н.В., Бердышев В.Е., Малла Бахаа. Обоснование режимов работы аксиально-роторных зерноуборочных комбайнов на уборке смешанных посевов. // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». Вып. 3 (91). 2019. С. 17-22.

References

1. Baharev D.N., Volvak S.F., Pastuhov A.G. Bionicheskie osnovy konstruirovaniya molotil'no-separiruyushchih sistem dlya pochatkov kukuruzy: monografiya. [Bionic basis for the design of threshing and separating systems for corn cobs]. Majskij: FGBOU VO Belgorodskij GAU. 2018. 168 p.
2. Timoshenko S.P., Voinovsky-Krieger S. Plastinki i obolochki. [Plates and shells]. M.: Nauka. 1966. 636 p.
3. Kil'chevskij N.A. Teoriya soudareniya tverdyh tel. [Theory of collision of solids] K.: Naukova dumka. 1969. 2476 p.
4. Dzhonas. A. Zukas, Nikolas Teodor, Svift F. Hellok, Longin B. Grishchuk, Donal'd R. Kurran. Dinamika udara. [Hit dynamics] M.: Mir. 1985. 296 p.
5. Pastuhov A.G. Baharev D.N. Teoreticheskoe issledovanie kontakta fasonnogo shipa i zerna kukuruzy v molotil'noj kamere. [Theoretical study of the contact of the shaped spike and corn grain in the threshing chamber] // Vestnik federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V. P. Goryachkina». Vyp.5. 2018. Pp. 20-24.
6. Aldoshin N.V., Berdyshev V.E., Malla Bahaa. Obosnovanie rezhimov raboty aksial'no-rotornyh zernouborochnyh kombajnov na uborke smeshannyh posevov. [Justification of the operation modes of axial-rotary combine harvesters for harvesting mixed crops] // Vestnik federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V. P. Goryachkina». Vyp. 3 (91). 2019. Pp. 17-22.

Сведения об авторе

Бахарев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-33 e-mail: baharevdn_82@mail.ru.

Information about author

Baharev, Dmitriy N. candidate of technical sciences, docent of the department of technical mechanics and construction of machines Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-33 e-mail: baharevdn_82@mail.ru.

УДК 633.85 + 663.3

А.С. Брусенцов, М.И.Туманова, Я.Б. Чулаков

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

Аннотация. Продуктивность крупного рогатого скота в основном зависит от качества кормов, их количества, а также от рациона кормления. Для полноценного кормления крупного рогатого скота необходимо наличие в рационе животных грубых кормов (сено, солома). Так как они имеют высокую питательность, необходимы в силу физиологических особенностей животных. Солома – это сухие стебли, получаемые после обработки злаковых и бобовых культур, содержащие высокое содержание клетчатки. Её используют для придания рациону необходимого объёма, или как добавку к рационам с большим количеством сочных кормов. Также широко используется солома ржаной, овсяной, ячменной в качестве подстилки для животных. Она образует замечательный изолирующий и преграждающий слой между холодным, сырым полом и животным. Существует несколько основных технологий уборки незерновой части урожая: копенная, валковая, поточная и другие. Выбранный способ уборки определяет марочный состав уборочно-транспортного звена. Одновременная заготовка грубых кормов в период уборки зерновых и колосовых культур позволит сократить ранее затрачиваемые ресурсы для данной операции. Проведенный патентный поиск анализа конструкций и способов уборки показал, что продолжают исследования по совершенствованию способов и технических средств для уборки незерновой части урожая. В данной работе рассматривается вопрос совмещения нескольких технологических операций, а также повышения качества убираемой незерновой части урожая, повышения культуры поля, ввиду ее не засарения семенами сорной растительности. Предлагаемый способ по сравнению с известными способами уборки незерновой части урожая имеет следующие достоинства: снижение эксплуатационных и финансовых затрат, сокращение времени на одну технологическую операцию, дополнительная заготовка грубых кормов. Так как порядка 60% в себестоимости мясо-молочной продукции составляет себестоимость кормов, то использование нескольких технологических операций в одном техническом средстве и одновременная уборка и заготовка незерновой части урожая способствует снижению себестоимости продукции животноводства.

Ключевые слова: солома, незерновая часть, урожай, копнитель, измельчитель, комбайн

TO THE QUESTION OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF A LOW CLEANING FOR PREPARATION OF COARSE

Abstract. The productivity of cattle mainly depends on the quality of feed, their quantity, as well as on the diet. In order to fully feed large cattle, it is necessary to have coarse feed in the ration of animals (hay, straw). Since they have a high nutritional value, they are necessary due to the physiological characteristics of the animals. Straw is a dry stalk obtained after the treatment of cereals and legumes, containing a high content of fiber. It is used to give the ration the necessary volume, or as an additive to diets with a large number of succulent feeds. It is also widely used straw rye oatmeal, barley as a litter for animals. It forms a wonderful insulating and blocking layer between the cold, wet floor and the animal. There are several main technologies for harvesting the non-cereal part of the crop: coping, roll, in-line and others. The chosen method of cleaning determines the composition of the harvest-transport link. The simultaneous harvesting of roughage during the harvest of grain and cereal crops will reduce the previously spent resources for this operation. A patent search for the analysis of designs and methods for cleaning a low-frequency drive has shown that research is continuing to improve the methods and technical means for harvesting the non-grain part of the crop. This paper discusses the issue of combining several technological operations, as well as improving the quality of the harvested non-grain part of the crop, increasing the field culture, because of its non-clogging with weed seeds. The proposed method in comparison with the known methods of harvesting the non-grain part of the crop has the following advantages: reduction of operating and financial costs, reduction of time for one technological operation, additional harvesting of roughage. Since about 60% of the cost of meat and dairy products is the cost of feed, the use of several technological operations in the same technical equipment and the simultaneous harvesting and harvesting of the non-grain part of the crop reduces the cost of livestock production.

Keywords: chaff, non-grain part, harvest, stacker, chopper, combay.

Введение. В процесс уборки зерновых колосовых культур остается незерновая часть урожая (НЧУ). Уборка которой требует значительных энергетических, материальных и финансовых затрат по сравнению с уборкой основной культуры. Широкое использование незерновой части урожая возможно, например, в животноводстве. В рационе кормления сельскохозяйственных животных [1], особенно зимой, большое значение имеют грубые корма (сено, солома). Солому получают из стеблей злаковых после обмолота. Полову стараются собрать полностью и отдельно от соломы, так как солома имеет высокую кормовую ценность [4, 5]. Широко используется солома в качестве подстилки для сельскохозяйственных животных [7].

Она обладает малой теплопроводностью, высокой влагоемкостью. Так влагоемкость подстилки (%) составляет: для соломы овсяной - 370, соломы ржаной - 450 при этом длина частиц должна составлять 20-30 см [1].

Таким образом, необходимы машины, выполняющие несколько технологических операций. За счет введения новой технологической схемы уборки соломы, половы, а именно включение технологического процесса измельчения и формирования рулонов из соломы. Таким образом, можно уменьшить эксплуатационные затраты работы зерноуборочных комбайнов, выпускаемых серийно, а себестоимость конечного продукта снизится.

Основная часть. В настоящее время существует несколько основных технологий уборки НЧУ (рисунок 1) [2, 3] каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.



Рис.1 - Виды технологических операций уборки НЧУ

Для реализации способов по уборке НЧУ промышленностью отечественных и зарубежных производителей сельскохозяйственной техники выпускаются разнообразные технические средства, а также ведутся научно-конструкторские исследования, разработка технологий и новые машины.

Копенная технология предусматривает наличие у комбайна адаптера для образования копен [2, 3]. Если расстояние от ферм до места скирдования не превышает 3км, копы с НЧУ собирают волокушей ВТУ-10 агрегируемой двумя тракторами ДТ-75М или МТЗ-80 и тянут до места скирдования, а затем формируют фронтальными погрузчиками ПФ-0,5 навешанными на МТЗ-80[6]. По мере потребности в соломе скирду разрезаю скирдорезом ТПС-6 или фуражиром ФН-1,2 и грузят в стоговоз ТПС-6 или тележку 2ПТС4-887 [6]. Во втором варианте для зон с повышенной влажностью используют навесные копновозы КНУ-11, КУН-100, копу транспортируют на край поля и укладывают в скирды, затем фронтальным погрузчиком ПФ-0,5 загружают солому, а затем скирдорез или фуражир. Данная технология приемлема при привязном содержании КРС и употреблении соломы для подстилки животным [2, 3].

Поточный способ уборки предусматривает оборудование комбайна измельчителем [2,3]. Уборочный комплекс (рисунок 2а) включает в себя комбайн, работающий совместно с ПКН-1500Б для накопления половы, универсальный трактор тягового класса 1,4 кН в сцепке с подборщиком (ПВ-6, ТПФ-45, ПС-1,6 или ПРП-1,6), далее по технологической схеме используется трактор с приспособлением для формирования скирд УСА-10 [2, 3].

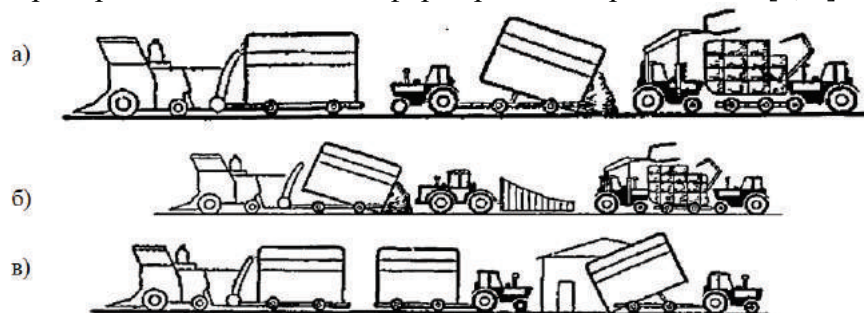


Рис. 2 - Виды поточной технологии уборки НЧУ

Такая технологическая схема считается рентабельной при достаточном количестве транспортных средств, но качество выполняемой операции и собранной продукции ухудшается. Следующая представленная технологическая схема (рисунок 2б), предусматривает сбор собранной соломы в тележку с последующей выгрузкой на поле в форме копен, и транспортировки последних транспортной волокушей на край убранного поля или к месту скирдования. В состав такого уборочного звена входят: комбайн с адаптером ПУН, транспортная тележка ПКБ-60 в сцепке с трактором 1,4 кН и подборщик (ПВ-6, ТПФ-45, ПС-1,6 или ПРП-1,6) и формировщик скирды агрегат УСА-10 [2, 3].

Известна также технология раздельной уборки полова и соломы, когда полова собирается в транспортные тележки, прицепленные за комбайном, а солома разбрасывается по полю (рисунок 2в). При такой технологии полову используют в качестве высококалорийной добавки на корм скоту, а распределённую по полю солому заделывают в почву в качестве органического удобрения [2, 3]. Такая технология называется поточной и требует меньше затрат по сравнению с предыдущими и позволяет экономить до 20% на использовании транспортных средств и повышает культуру земледелия, уменьшая степень риска засева полей семенами сорной растительности, прошедшая измельчитель солома равномерно распределяется тем самым повышая коэффициент заполнения бункера транспортного средства [2, 3]. В рассмотренной технологии также есть недостатки, которые выражаются в дополнительной затрате мощности комбайна на измельчение соломы, снижая производительность на операции до 30%, а увеличение времени технологических простоев для смены заполненной тележки увеличивают общее время уборочного процесса.

Технология уборки незерновой части в валок, образованный за комбайном, оборудованного капотом представлена на рисунке 3а. В этом случае полова вместе с соломой укладываются на поверхности поля в виде валка [2, 3]. Сформированный таким образом валок полова и соломы собирают с одновременным прессованием в виде прямоугольного тюка. Размеры и плотность прессования тюка обусловлена конструктивными особенностями применяемого пресс-подборщика. Сформированные тюки собирают с поверхности убранного поля и перемещают к месту складирования в специальных тележках. На рисунке 3б изображена схема уборки не зерновой части урожая в рулоны. Рулонный пресс-подборщик ПРП-1,6 подбирает и прессует НЧУ в форме рулонов. Рулоны с поверхности поля собирают в тележки 2ПТС-4-887А используя для этого, приспособление ППУ-0,5. Далее подборщик СПТ-60 из рулонов формирует стога, которые транспортируются на край поля или к месту хранения стоговозом СП-60 завершает компоновку стога стогометателем [2, 3].

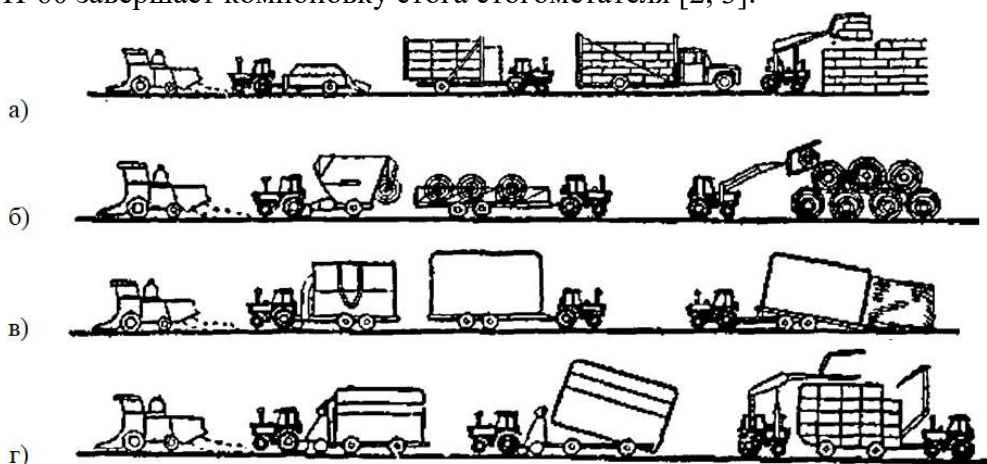


Рис. 3 - Виды валковой технологии уборки НЧУ

Для последующего использования соломы применяют фуражир ФН-1,4, на рисунке не показана данная операция, который отделяет часть соломы из скирды и грузит в транспортную тележку [2, 3].

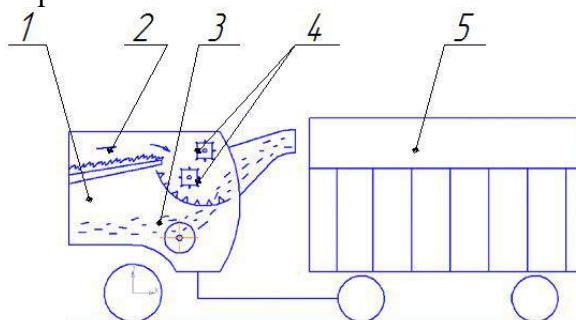
При следующей операции рисунок 3 г не зерновую часть урожая, которая остаётся за комбайном подбирает подборщик-уплотнитель ПВ-6 или ТПФ-45 в агрегате с транспортной

тележкой 2ПТС-4-887А в копна увеличенного объёма, скирдуя последние агрегатом УСА-10 и двумя погрузчиками стогометателями ПФ-0,5. При необходимости солому также измельчают фуражиром ФН-1,2 из скирды и перевозят в транспортных тележках 2ПТС-4-887А [2, 3]. Достоинства описанной выше технологии уборки НЧУ заключаются в лёгкости управления комбайном в виду его манёвренности и менее затратной по сравнению с измельчением или сбором в копнитель.

Рассмотренные технологические операции по уборке незерновой части урожая после зерновых колосовых культур подразумевают наличие специализированных технических транспортных средств в составе уборочных звеньев, также оборудование комбайнов одним из приспособлений гидрофицированным копнителем, измельчителем, измельчитель - разбрасывателем соломы [2, 3] и валкообразователем.

Результаты исследования и их обсуждение. Таким образом, приготовление грубых кормов непосредственно в период уборки незерновой части урожая позволит существенно снизить трудозатраты, металлоёмкость на операции уборки НЧУ и сохранить качество убираемой соломы. Сокращение числа машин в уборочном комплексе также снизит воздействие от движителей машин на почву. Проведенный обзор научно - технической литературы и патентный поиск конструкций и способов уборки НЧУ показал, что рядом авторов предложены и разработаны способы и варианты технических решений для уборки НЧУ адаптерами к зерноуборочным комбайнам, которые имеют схожие недостатки. Например, в известной схеме уборки соломы и половы при помощи универсального приспособления ПУН-5, сбор измельченной соломы и половы осуществляется в сменную тележку. При этом размер соломины не соответствует зоотехническим требованиям.

Нами предлагается, предварительно дополнить технологическую схему работы серийного зерноуборочного комбайна [6] дополнительной операцией подготовки НЧУ в соответствии с зоотехническими требованиями к готовому кормовому сырью для сельскохозяйственных животных. Технологический процесс работы комбайна по рисунку 4 осуществляется следующим образом. С клавиш соломотряса ворох соломы 2 после обмолота подается на дополнительно установленные измельчающие барабаны 4 с сегментами, которые вращаются на встречу друг другу. Сегменты измельчающих барабанов захватывают порцию соломы, протягивают ее в зазор и при этом измельчают ее.

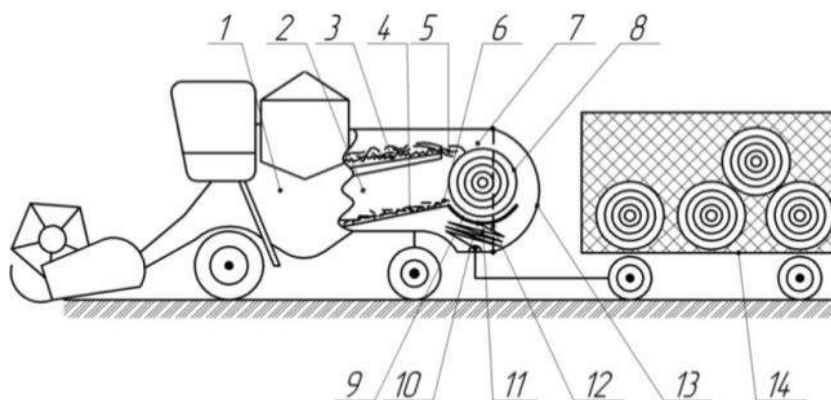


1-комбайн; 2- солома; 3-полова; 4-измельчающие барабаны; 5-тележка с измельченной массой

Рис. 4 - Технологическая схема уборки НЧУ с измельчением в тележку

Особенность конструкции измельчающих барабанов заключается в том, что они представляют собой битеры с режущими сегментами [3, 4] и противорежущей декой, которая позволяет фиксировать размеры срезаемого вороха соломы.

Также при уборке НЧУ в копнитель комбайна с выгрузкой копен на поле и последующей уборкой их с поля требуется определённый комплекс машин. Для снижения трудозатрат и металлоёмкости на операцию по уборке НЧУ предлагаем также изменить технологическую схему работы комбайна с копнителем. Заменить копнитель прессовальной камерой для приготовления рулонов (рисунок 5), причём рулоны могут оставаться на поле или убираться в тележку. Предлагаемая технологическая операция уборки незерновой части урожая зерновых и колосовых культур выполняется по следующей схеме (рисунок 5).



1 – зерноуборочный комбайн; 2 – молотилка; 3 – соломотряс; 4 – верхнее решето; 5 – солома; 6 – солома; 7 – прессовальная камера; 8 – рулон; 9 – подвижное дно прессовальной камеры; 10 – кронштейн; 11 – телескопический механизм; 12 – выгрузное окно; 13 – задняя стенка корпуса; 14 – тележка.

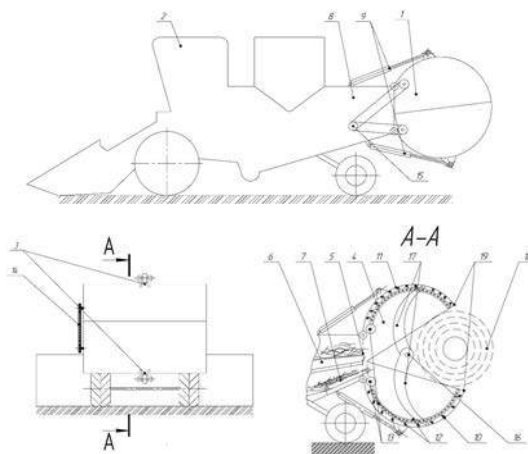
Рис. 5 - Альтернативный способ уборки НЧУ

Комбайн, двигаясь по полю, скашивает хлебную массу, транспортирует для обмолота с последующим разделением на фракции, товарное зерно, солома и мелкие сбины, образуемые в процессе взаимодействия молотильного барабана и обмолачиваемой хлебной массы. После системы очистки листостебельная масса, которая не содержит зерно, транспортируется для последующей операции формировки рулона методом прессования. Для реализации предлагаемой дополнительной операции непосредственно за корпусом молотилки зерноуборочного комбайна монтируется специальная прессовальная камера. Принцип работы этой камеры заключается в следующем: с верхних клавиш соломотряса солома, очищенная от зерна, падает на дно камеры, а с жалюзийных решет под действием воздушного потока мелкие сбины также попадают в прессовальную камеру. В ходе уборки рабочие органы прессовальной камеры находятся в режиме движения, воздействуя на поступающую массу соломы, формируя рулон. Размеры рулона и плотность прессования регулируются в зависимости от урожайности листостебельной массы, типом убираемых культур (короткостебельных, или длинно-стебельных) и класса зерноуборочного комбайна.

Таким образом, сформированный рулон, по сигналу от датчиков, которые следят за заполнением прессовальной камеры и отвечают за процесс формировки рулона, производится включение автомата выгрузки рулона через образованное окно в прессовальной камере при раскрытии створок в прицепленную за комбайном тележку. После выгрузки рулона механизм работает в обратной последовательности, а операция формировки рулона осуществляется по описанной схеме. При уборке хлебной листостебельной массы, не содержащей зерна, в рулоны без сборки в тележку схема процесса выглядит следующим образом (рисунок 6).

Для выполнения технологической операции по представленной схеме, предлагается конструкция, работающая следующим образом. После обмолота в корпусе молотилки 8 солоmistый ворох разделяется на солому, поступающую на соломосепаратор и полову, собирающуюся на подающем транспортёре.

Солома и полова проходят через загрузочное окно 5 и накапливаются в нижней дугообразной створке заполняя пространство прессовальной камеры 4 до верхней дугообразной створки. Створки сомкнуты и крепятся к корпусу молотилки 8 шарнирно, раскрытие створок и осуществляется с помощью гидроцилиндров. По мере заполнения прессовальной камеры и увеличения объема соломы и половы, в работу включается механизм регулировки плотности рулона оказывая давление обрезиненными подпружиненными роликами, которые вращаются под воздействием сил трения передающиеся, от крайних роликов принудительно вращающихся приводом гидромотора. После того как рулон, окончательно сформируется, происходит его выгрузка через проём, который образуется при размыкании нижней дугообразной створки верхней дугообразной створки в этот момент пластины толкателя приходят в движение.



1 – копнитель; 2 – комбайн; 3 – корпус; 4 – прессовальная камера; 5 – загрузочное окно; 6 – соломосепаратор; 7– транспортер; 8 – корпус молотилки; 9 – гидроцилиндр; 10 – нижняя створка; 11– верхняя створка; 12 – ролики; 13 – крайние ролики; 14 – привод; 15 – гидромотор; 16 – толкатель; 17 – пластина 18 – рулон; 19 – проем

Рис. 6 - Работа копнителя зерноуборочного комбайна

Стороны пластин, соединенные шарнирно начинают смещаться в сторону противоположную движению комбайна, принудительно выталкивая рулон из прессовальной камеры в тележку (условно не показано) или на поле. Далее, нижняя и верхняя дугообразные створки и копнителя закрываются, образуя прессовальную камеру и процесс формирования рулона из соломы половы повторяется, как описано выше.

Выводы. Таким образом, изменение технологической схемы серийно выпускаемых зерноуборочных комбайнов способствует сокращению эксплуатационных затрат связанных с приготовлением грубых кормов и сокращения агротехнических сроков уборки НЧУ, что отразится на себестоимости конечного продукта.

Предлагаемый способ по сравнению с существующими вариантами имеет ряд преимуществ: значительное снижение трудозатрат, энергоемкости и металлоемкости, сохранение качества убираемого материала, повышение КПД уборочного агрегата и производительности.

Библиография

1. Требования к подстилочным материалам [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studbooks.net/1102059/agropromyshlennost/trebovaniya_podstilochnym_material.
2. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Колос, 1983. 495 с.
3. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2004. 624 с.
4. Использование соломы и половы на корм [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ispolzovanie-solomy-i-polovy-na-korm>.
5. Повышение качества и питательности соломы и половы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://farmnambel.ru/zh/zh.kachestvo.solom.i.polov.html>.
6. Уборка соломы зерновых культур и ее использование на корм [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studref.com/450894/agropromyshlennost/uborka_solomy_zernovyh_kultur_isspolzovanie_korm.
7. Tumanova M.I., Frolov V.Yu., Sysoev D.P., Sarbatova N.Yu. Experimental Aspects Of Crushing Of The Stalk Forage With A Disk Cone-Shaped Working Organ With Combined Segments // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. № 9 (3). P. 958–967.

References

1. Trebovaniya k podstilochnym materialam [Requirements for litter materials] [Electronic resource]. Access mode: https://studbooks.net/1102059/agropromyshlennost/trebovaniya_podstilochnym_material.
2. Karpenko A.N., Khalansky V.M. Sel'skohozyajstvennyye mashiny [Agricultural machines]. M.: Kolos, 1983. 495 p.
3. Khalansky V.M., Gorbachev I.V. Sel'skohozyajstvennyye mashiny [Agricultural machines]. M.: KolosS, 2004. 624 p.
4. Ispol'zovanie solomy i polovy na korm [The use of straw and chaff for food] [Electronic resource]. Access mode: <http://www.activestudy.info/ispolzovanie-solomy-i-polovy-na-korm>.
5. Povyshenie kachestva i pitatel'nosti solomy i polovy [Improving the quality and nutritional value of straw and chaff] [Electronic resource]. - Access mode: <http://farmnambel.ru/zh/zh.kachestvo.solom.i.polov.html>.
6. Uborka solomy zernovyh kultur i ee ispol'zovanie na korm [Harvesting straw of grain crops and its use for food] [Electronic resource]. Access mode:

https://studref.com/450894/agropromyshlennost/uborka_solomy_zernovyh_kultur_ispolzovanie_korm.

7. Tumanova M.I., Frolov V.Yu., Sysoev D.P., Sarbatova N.Yu. Cone-Shaped Experimental Experimental Critical Survival Factors With A Cluster // A Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. No. 9 (3). P. 958–967.

Сведения об авторах

Брусенцов Анатолий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», ул. Калинина, д. 13, Краснодарский край, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. 8(918) 9211977, e-mail: anatoley31@mail.ru.

Туманова Марина Ивановна, аспирант третьего заочного обучения кафедры механизации животноводства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», ул. Калинина, д. 13, Краснодарский край, г. Краснодар, Россия, тел. 8(905)4038134, e-mail: tumanova-kgau@mail.ru.

Чулаков Ярослав Борисович, магистрант кафедры «Процессы и машины в агробизнесе» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», ул. Калинина, д. 13, Краснодарский край, г. Краснодар, Россия, тел. 8(962)8798697, e-mail: Yaroslaff.ru@mail.ru.

Information about authors

Brusentsov Anatoly Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Processes and Machines in Agribusiness», FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», st. Kalinina, 13, Krasnodar Region, Krasnodar, Russia, 350044, tel. 8 (918) 9211977, e-mail: anatoley31@mail.ru.

Tumanova Marina Ivanovna, postgraduate student of the third correspondence course of the Department of Animal Husbandry, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», Kalinina St., 13, Krasnodar Region, Krasnodar, Russia, tel. 8 (905) 4038134, e-mail: tumanova-kgau@mail.ru.

Chulakov Yaroslav Borisovich, graduate student of the department «Processes and machines in agro-business» FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», st. Kalinina, 13, Krasnodar region, Krasnodar, Russia, tel. 8 (962) 8798697, e-mail: Yaroslaff.ru@mail.ru.

УДК 631.173.004.12

О.А. Леонов, Г.Н. Темасова

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ИЗДЕРЖЕК НА КОНТРОЛЬ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

Аннотация. Оценка и анализ издержек на процесс – главная экономическая составляющая качества производственного процесса. В статье рассмотрены вопросы организации оценки затрат на контроль при осуществлении процессов технического обслуживания и ремонта на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса. Данные издержки определяют соответствие процесса требованиям и позволяют своевременно провести мероприятия по предупреждению брака в производственном процессе. Затраты на контроль процесса ремонта и технического обслуживания включают такие категории затрат, как издержки, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства; издержки, связанные с проведением входного контроля; издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний; издержки на проверку качества; издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования; издержки на материалы, использованные или разрушенные при разрушающем контроле; издержки на проведение анализа с целью установки соответствия продукции требованиям к качеству; издержки на контроль в различных режимах эксплуатации; издержки на обязательное рассмотрение и одобрение другими специалистами; издержки на контроль и испытания запасов; издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов. Рассмотрена процедура оценки издержек на контроль по процессу ремонта на примере двигателей КАМАЗ. Применение методики оценки издержек на контроль в соответствии с процессным подходом позволит своевременно проводить предупреждающие и корректирующие мероприятия.

Ключевые слова: процесс; процессный подход; затраты на процесс; базовые издержки; оценка и учёт издержек на процесс; предупредительные и оценочные мероприятия.

EVALUATION METHODOLOGY THE COSTS OF MONITORING IN THE REPAIR OF VEHICLES

Abstract. Evaluation and analysis of the costs of the process - the main economic component of the quality of the production process. The article deals with the organization of the assessment of the cost of control in the implementation of the processes of maintenance and repair at the enterprises of the technical service of the agro-industrial complex. These costs determine the compliance of the process with the requirements and allow for timely measures to prevent the marriage in the production process. The cost of controlling the process of repair and maintenance will include such cost categories as the costs associated with conducting a control prior to the start of production; the costs associated with conducting input control; costs associated with conducting laboratory acceptance tests; quality control costs; costs of depreciation, maintenance and calibration of equipment; costs of materials used or destroyed during destructive control; the cost of the analysis to establish the compliance of products with quality requirements; control costs in various operating modes; costs of mandatory review and approval by other professionals; costs of control and testing of stocks; costs of storing quality control results and reference standards. We reviewed the procedure for estimating the costs of control over the repair process using the example of KAMAZ engines. The use of methods for assessing the costs of control in accordance with the process approach will allow for timely preventive and corrective measures.

Keywords: process; process approach; process costs; base costs; evaluation and accounting of process costs; precautionary and evaluative measures.

Введение. Ремонт и техническое обслуживание являются основными процессами предприятий технического сервиса агропромышленного комплекса, причем изношенность ремонтного фонда, качество запасных частей и устаревшее технологическое оборудование оказывают существенное влияние на итоговое качество продукции ремонтного производства [1-3]. Внедрение современной системы менеджмента качества позволяет снизить уровень брака [4, 5] и повысить эффективность производства [6], но требуется применять новые подходы, связанные с анализом экономических аспектов качества [7]. Это связано в первую очередь с тем фактом, что при испытании отремонтированной продукции [8, 9], в случае обнаружения брака – требуются значительные переделки, которые связаны с большими затратами. С другой стороны, при повышении надежности агрегатов механических трансмиссий сельскохозяйственной техники возникает определенный экономический эффект [10], который тоже необходимо учитывать. Возникает вопрос о внедрении определенных методик оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам с целью снижения брака в производстве [11]. Особо стоит проблема входного и производственного контроля качества продукции [12]. Здесь необходимо грамотно выбрать средства измерений с позиции минимизации затрат на контроль и потерь от погрешности измерений [13, 14]. Все эти аспекты необходимо учитывать в виде детализации затрат как качество.

Общая методология. На всех этапах осуществления процессов ремонтного производства возникают общие издержки. Издержки на соответствие процесса, издержки, возникающие в результате несоответствия процесса и базовые издержки на процесс, составляют общие издержки на процесс. Издержки на соответствие процесса включают в себя затраты на профилактику и предупреждение и затраты на контроль. В то время как потери от внутреннего и внешнего брака – это затраты, вызванные несоответствием процесса. Достаточным условием осуществления процесса являются базовые издержки на процесс, но, к сожалению, данная категория затрат не обеспечивает качество процесса, то есть нет гарантии, что на выходе продукция и услуги будут удовлетворять требования. Затраты на соответствие процесса – главная составляющая качества процесса, поэтому важным является оценка и анализ издержек на соответствие процесса, а именно издержек на контроль, так как своевременная оценка и анализ данных издержек позволяет среагировать на нежелательные изменения в процессе и отрегулировать ход процесса с целью обеспечения качества на выходе.

Анализ общих затрат на процесс на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса, который показал, что на базовую часть издержек приходится порядка 80 %. Это обосновано, так как базовые затраты обеспечивают организацию и осуществление процесса как такового, поэтому процесс не может протекать без базовых издержек.

На издержки соответствия процесса приходится около 8 – 10 % от общих затрат на процесс. Причем основную часть этих издержек составляют затраты на оценку и контроль (более 95%), в то время как затраты на профилактические и предупреждающие действия незначительные в общей сумме затрат на соответствие. Это говорит о том, что на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса в первую очередь контролируются входные и выходные потоки процесса, и только во вторую – предупреждается брак в производстве.

Издержки из-за несоответствия процесса составляют 12 – 15 % от общих затрат. Это, еще раз, подтверждает то, что на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса не уделяется должного внимания предупреждению и корректировке. Данные действия проводятся не своевременно и не в полном объеме.

С целью своевременного проведения предупредительных и корректирующих мероприятий необходимо оценивать процесс, поэтому нами были рассмотрены вопросы оценки затрат на контроль процесса.

Затраты на контроль процесса ремонта и технического обслуживания C_o , руб., можно определить по формуле

$$C_o = C_{dk} + C_{bk} + C_{ли} + C_{ки} + C_{обк} + C_{мк} + C_{ар} + C_{кэх} + C_{ро} + C_{оз} + C_{хп}, \quad (1)$$

где C_{dk} – издержки, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства; C_{bk} – издержки, связанные с проведением входного контроля; $C_{ли}$ – издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний; $C_{ки}$ – издержки на проверку качества; $C_{обк}$ – издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования; $C_{мк}$ – издержки на материалы, использованные или разрушенные при разрушающем контроле; $C_{ар}$ – издержки на проведение анализа с целью установки соответствия продукции требованиям к качеству; $C_{кэх}$ – издержки на контроль в различных режимах эксплуатации; $C_{ро}$ – издержки на обязательное рассмотрение и одобрение другими специалистами; $C_{оз}$ – издержки на контроль и испытания запасов; $C_{хп}$ – издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов.

Затраты, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства, можно определить по формуле

$$C_{dk} = (1 + k_d) \cdot t_{dk} \cdot b_{dk} + НИ_{dk}, \quad (2)$$

где t_{dk} – время проведения контроля до начала осуществления производства; b_{dk} – тарифная ставка работника, осуществляющего контроль до начала осуществления производства; $НИ_{dk}$ – накладные расходы, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства.

Издержки, связанные с проведением входного контроля можно определить по формуле

$$C_{вк} = (1+k_d) \cdot t_{вк} \cdot b_{вк} + НИ_{вк} , \quad (3)$$

где $t_{вк}$ – время проведения входного контроля; $b_{вк}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего входной контроль; $НИ_{вк}$ – накладные издержки, связанные с проведением входного контроля.

Издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний, можно рассчитать по формуле

$$C_{ли} = (1+k_d) \cdot t_{ли} \cdot b_{ли} + НИ_{ли} , \quad (4)$$

где $t_{ли}$ – время проведения лабораторных приемочных испытаний; $b_{ли}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего лабораторные приемочные испытания; $НИ_{ли}$ – накладные издержки, связанные с лабораторными приемочными испытаниями.

Издержки на проверку качества можно определить по формуле

$$C_{ки} = (1+k_d) \cdot t_{ки} \cdot b_{ки} + НИ_{ки} , \quad (5)$$

где $t_{ки}$ – время проведения проверки качества; $b_{ки}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего проведение проверки качества; $НИ_{ки}$ – накладные издержки, связанные с проведением проверки качества.

Издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования, можно рассчитать по формуле

$$C_{обк} = \sum C_y + \sum C_{то} + \sum C_{нов} , \quad (6)$$

где C_y – издержки на установку оборудования; $C_{то}$ – издержки на техническое обслуживание оборудования; $C_{нов}$ – издержки на поверку или калибровку оборудования.

Издержки на материалы, использованные или разрушенные при разрушающем контроле, можно определить по формуле

$$C_{мк} = \sum (C_m - C_l) \cdot P_m , \quad (7)$$

где C_m – стоимость материалов, использованных при контроле; C_l – стоимость лома; P_m – расход материалов при контроле.

Издержки на проведение анализа с целью установки соответствия продукции требованиям к качеству, можно рассчитать по формуле

$$C_{ап} = (1+k_d) \cdot t_{ап} \cdot b_{ап} + C_{рз} , \quad (8)$$

где $t_{ап}$ – время проведения анализа; $b_{ап}$ – тарифная ставка работника, проводящего анализ; $C_{рз}$ – затраты на разработку документации по учету результатов анализа.

Издержки на контроль в различных режимах эксплуатации можно определить по формуле

$$C_{кэх} = (1+k_d) \cdot t_{кэх} \cdot b_{кэх} + НИ_{кэх} , \quad (9)$$

где $t_{кэх}$ – продолжительность контроля эксплуатационных характеристик продукции; $b_{кэх}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего контроль эксплуатационных характеристик продукции; $НИ_{кэх}$ – накладные издержки, связанные с контролем продукции в различных режимах эксплуатации.

Затраты на обязательной рассмотрение и одобрение другими специалистами можно рассчитать по формуле

$$C_{ро} = (1+k_d) \cdot t_{ро} \cdot b_{ро} + НИ_{ро} , \quad (10)$$

где $t_{ро}$ – время, затраченное специалистом на обязательное рассмотрение и одобрение продукции; $b_{ро}$ – тарифная ставка специалиста, проводящего обязательное рассмотрение и одобрение продукции; $НИ_{ро}$ – накладные издержки, связанные с рассмотрением и одобрением продукции.

Издержки на контроль и испытания запасов можно определить по формуле

$$C_{оз} = (1+k_d) \cdot t_{оз} \cdot b_{оз} + НИ_{оз} , \quad (11)$$

где $t_{оз}$ – время проведения контроля и испытаний запасов; $b_{оз}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего контроль и испытания запасов; $НИ_{оз}$ – накладные издержки, связанные с контролем и испытаниями запасов.

Издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов можно рассчитать по формуле

$$C_{xn} = (1+k_p) \cdot t_{xn} \cdot b_{xn} + НИ_{xn}, \tag{12}$$

где t_{xn} – продолжительность выполнения работ по организации хранения протоколов; b_{xn} – тарифная ставка работника, осуществляющего организацию хранения протоколов по продукции; $НИ_{xn}$ – накладные издержки, связанные с хранением протоколов.

Результаты исследований. Методику оценки издержек на контроль по процессу ремонта рассмотрим на конкретном примере.

Оценим издержки на контроль по процессу ремонта двигателей КАМАЗ. Исходные данные об издержках на контроль по процессу ремонта КАМАЗ были получены по данным управленческого учета предприятия ООО «Агрегат», специализирующегося на техническом обслуживании и ремонте двигателей.

Методика оценки издержек на контроль по процессу ремонта двигателей КАМАЗ представлена в таблице.

Таблица 1 - Издержки на контроль по процессу ремонта двигателей КАМАЗ

Вид затрат	Результаты расчетов затрат, руб. / ед. ремонта			
	КАМАЗ-740.11.240	КАМАЗ-740.13.26	КАМАЗ 740.30	КАМАЗ 740.51
Издержки, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства	201	205	205	209
Издержки, связанные с проведением входного контроля	677	690	720	734
Издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний	240	245	260	265
Издержки на проверку качества	1617	1647	1683	1715
Издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования	727	741	749	763
Издержки на материалы, использованные или разрушенные при разрушающем контроле	257	262	290	295
Издержки на проведение анализа с целью установки соответствия продукции требованиям к качеству	44	45	50	51
Издержки на контроль в различных режимах эксплуатации	256	261	266	271
Издержки на обязательное рассмотрение и одобрение другими специалистами	33	33	23	23
Издержки на контроль и испытания запасов	81	83	93	95
Издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов	25	26	27	27
ИТОГО: Издержки на контроль по процессу ремонта	4160	4238	4367	4449

Из таблицы видно, что издержки на оценку процесса составляют для КАМАЗ 740.11.240 – 4160 руб. или 6,77 % от суммарных затрат на процесс, КАМАЗ 740.13.260 – 4238 руб. (6,63 %), для КАМАЗ 740.30 – 4367 руб. (6,77 %), КАМАЗ 740.51 – 4449 руб. (6,51 %).

Издержки на оценку процесса ремонта двигателей КАМАЗ в процентном соотношении представлены на рисунке 1.



Рис. 1 – Издержки на оценку процесса ремонта двигателей КАМАЗ в процентах

Вывод. Применение предложенной методики оценки издержек на контроль в соответствии с процессным подходом позволит своевременно проводить предупреждающие и корректирующие мероприятия с целью снижения брака в производстве, что является важной экономической составляющей.

Библиография

1. Ерохин М.Н. Особенности обеспечения качества ремонта сельскохозяйственной техники на современном этапе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2005. № 1. С. 9-12.
2. М.Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества // Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции. 2005. С. 234-238.
3. Бондарева Г.И. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. 2016. № 7. С. 2-4.
4. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2016. 161 с.
5. Бондарева Г.И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 34-35.
6. Бондарева Г.И. Эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса АПК // Сельский механизатор. 2016. № 4. С. 34-35.
7. Карпузов В.В., Самордин А.Н. Новые подходы к управлению экономикой качества // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. № 6. С. 32-34.
8. Пастухов А.Г., Глигорич Р., Ашона А.Н. Стендовые испытания - механизм оценки качества // Инновационные пути развития АПК на современном этапе. Материалы XVI Международной научно-производственной конференции. 2012. С. 191.
9. Пастухов А.Г. Совершенствование методов испытаний агрегатов трансмиссий сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2008. № 1 (26). С. 111-113.
10. Пастухов А.Г. Расчет экономического эффекта при повышении надежности агрегатов механических трансмиссий сельскохозяйственной техники (на примере карданных передач) // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2008. № 2 (27). С. 152-153.
11. Пастухов А.Г. Методика оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2014. № 3. С. 9-16.
12. Бондарева Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса // Сельский механизатор. 2017. № 4. С. 36-38.
13. Шкаруба Н.Ж. Техничко-экономические критерии выбора универсальных средств измерений при ремонте сельскохозяйственной техники. Монография. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. 118 с.

14. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.

References

1. Erokhin M.N. Osobennosti obespecheniya kachestva remonta sel'skohozyajstvennoj tekhniki na sovremen-nom etape [Features of ensuring the quality of repair of agricultural machinery at the present stage]. Vestnik FSEI HPE MSAU, 2005. № 1. P. 9-12.
2. Erokhin M.N. Remont sel'skohozyajstvennoj tekhniki s pozicii obespecheniya kachestva [Repair of agricultural equipment from the position of quality assurance] // Ecology and agricultural equipment. Materials of the 4th scientific-practical conference, 2005. p. 234-238.
3. Bondareva G.I. Sostavlyayushchie kachestva remonta [Components of quality repair] // Rural mechanic. 2016. No. 7. P. 2-4
4. Leonov OA, Bondareva G.I., Shkaruba N.ZH., Vergazova Yu.G. Razrabotka sistemy menedzhmenta kachestva dlya predpriyatij tekhnicheskogo servisa [Development of a quality management system for technical service enterprises]. M.: Publishing House of the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy, 2016. 161 p.
5. Bondareva G.I. Postroenie sovremennoj sistemy kachestva na predpriyatiyah tekhnicheskogo servisa [Building a modern quality system at technical service enterprises]. // Rural Mechanic, 2017. № 8. P. 34-35.
6. Bondareva G.I. Effektivnost' vnedreniya sistemy kachestva na predpriyatiyah tekhnicheskogo servisa APK [The effectiveness of the implementation of the quality system at the enterprises of the agro-industrial complex technical service]. // Rural Mechanic. 2016. No. 4. P. 34-35.
7. Karpuzov V.V., Samordin A.N. Novye podhody k upravleniyu ekonomikoj kachestva [New approaches to the management of quality economy]. Vestnik FSEI HPE MSAU, 2010. № 6. P. 32-34.
8. Pastukhov A.G., Gligorich R., Ashon A.N. Stendovye ispytaniya - mekhanizm ocenki kachestva [Bench tests - a quality assessment mechanism] // Innovative ways of developing the agricultural sector at the present stage. Materials of the XVI International Scientific and Industrial Conference, 2012. P. 191.
9. Pastuhov A.G. Sovershenstvovanie metodov ispytaniy agregatov transmissij sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Improving the test methods for agricultural machinery transmission units] // Vestnik FSEI HPE MSAU, 2008. № 1 (26). P. 111-113.
10. Pastuhov A.G. Raschet ekonomicheskogo effekta pri povyshenii nadezhnosti agregatov mekhanicheskikh transmissij sel'skohozyajstvennoj tekhniki (na primere kardannyh peredach) [Calculation of the economic effect of increasing the reliability of the aggregates of mechanical transmissions of agricultural machinery (for example, cardan gears)] // Vestnik FSEI HPE MSAU, 2008. № 2 (27). P. 152-153.
11. Pastuhov A.G. Metodika ocenki kachestva sborochnyh edinic po funkcional'nym parametram [Methods of assessing the quality of assembly units by functional parameters] // All materials. Encyclopedic reference, 2014. № 3. P. 9-16.
12. Bondareva G.I. Vhodnoj kontrol' i metrologicheskoe obespechenie na predpriyatiyah tekhnicheskogo servisa [Input control and metrological support at technical service enterprises] // Rural Mechanic, 2017. № 4. P. 36-38.
13. Shkaruba N.ZH. Tekhniko-ekonomicheskie kriterii vybora universal'nyh sredstv izmerenij pri remonte sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Technical and economic criteria for the selection of universal measuring instruments in the repair of agricultural equipment]. Monograph. Moscow: FSEI HPE MSAU, 2009. 118 p.
14. Leonov OA, Shkaruba N.ZH. Raschet zatrat na kontrol' tekhnologicheskikh processov remontnogo proizvodstva [Calculation of costs for the control of technological processes of repair production] // Vestnik FSEI HPE MSAU. 2004. № 5. P. 75-77.

Сведения об авторах

Леонов Олег Альбертович, доктор технических наук, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Россия, 127550, тел. +7(499) 976-44-74, e-mail: oleonov@rgau-msha.ru

Темасова Галина Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Россия, 127550, тел. +7(499) 976-44-74, e-mail: temasova@rgau-msha.ru

Information about authors

Leonov Oleg Albertovich, doctor of technical Sciences, Professor of the Department of Metrology, standardization and quality management, RUSSIAN state agrarian University – Timiryazev Moscow state agrarian University, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550, tel. +7(499) 976-44-74, e-mail: oleonov@rgau-msha.ru

Temasova Galina Nikolaevna, candidate of economic Sciences, associate Professor of Metrology, standardization and quality management, RUSSIAN state agrarian University – Timiryazev Moscow state agrarian University, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550, tel. +7(499) 976-44-74, e-mail: temasova@rgau-msha.ru

УДК 631.363.7

А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОСМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ КОРМОВ

Аннотация. Одним из основных путей увеличения продуктивности животных и повышения эффективности производства животноводческой продукции является использование кормовых смесей. Кормовые смеси состоят из большого количества питательных веществ, необходимых для получения максимального биологического и экономического эффекта от животных. Сбалансированные кормовые смеси для крупного рогатого скота содержат до 10, для свиней до 15...20, а для птицы до 40...50 различных компонентов. Указанные добавки вводят в малых дозах, составляющих десятые, сотые и даже тысячные доли процента. С зоотехнической точки зрения важно не только ввести в состав кормосмеси предусмотренные рационом компоненты в требуемом количестве, но и необходимо равномерно распределить их во всем объеме смеси. Однородность смеси обеспечивает одинаковую питательную ценность корма во всех частях его объема. Использование для кормления животных неоднородных по своему составу смесей значительно снижает их продуктивное действие. Неравномерное распределение компонентов в объемах смеси может привести к передозировке, и что не исключено, к заболеваниям и даже гибели животных и птицы. В последние годы заметен непрерывный прогресс при совершенствовании и проектировании оборудования для смешивания сыпучих материалов. Появились новые конструкции вибрационных смесителей и перемешивающих устройств, представляющие большой интерес для комбикормового, пищевого производства и для других смежных отраслей перерабатывающей промышленности. К крупнейшим достижениям отечественной науки, по мнению академика К.В. Фролова, можно отнести фундаментальные и прикладные разработки механики вибрационных машин, механизмов и технологий. Этот сравнительно молодой и быстро развивающийся раздел механики находит все более широкое практическое применение при обработке дисперсных систем в виброкипящем слое, ускоряет процесс массообмена. Обусловлено это тем, что при использовании вибрационных эффектов на обрабатываемый материал повышается производительность оборудования, снижаются удельные энергетические затраты, улучшается качество продукции. Причем вибрационные эффекты поддаются быстрому регулированию путем изменения параметров вибрации, что способствует оптимизации основных технологических режимов, в соответствии с высокими требованиями, предъявляемыми к качеству смеси.

Ключевые слова: кормовые смеси, смешивание, однородность, вибрация.

THEORETICAL STUDY OF VIBROMACHINE BULK FEED

Abstract. One of the main ways to increase the productivity of animals and increase the efficiency of livestock production is the use of feed mixtures. Feed mixtures consist of a large number of nutrients needed to maximize the biological and economic effect of animals. Balanced feed mixtures for cattle contain up to 10, for pigs up to 15...20, and for poultry up to 40...50 different components. These additives are administered in small doses, constituting tenths, hundredths and even thousandths of a percent. From the zootechnical point of view, it is important not only to introduce into the feed mixture the components provided by the diet in the required amount, but also to evenly distribute them throughout the mixture. The homogeneity of the mixture provides the same nutritional value of the feed in all parts of its volume. Use for feed animals heterogeneous on their composition mixtures significantly reduces their productive action. Uneven distribution of components in the volume of the mixture can lead to overdose, and that is not excluded, to diseases and even death of animals and birds. In recent years, there has been continuous progress in the improvement and design of equipment for mixing of bulk materials. There are new designs of vibration mixers and mixing devices of great interest for feed, food production and other related industries of processing industry. According to academician K. V. Frolov, the major achievements of Russian science include fundamental and applied developments in the mechanics of vibration machines, mechanisms and technologies. This relatively young and rapidly developing section of mechanics is increasingly practical application in the processing of dispersed systems in the vibrating layer, accelerates the process of mass transfer. This is due to the fact that the use of vibration effects on the processed material increases the productivity of the equipment, reduces specific energy costs, improves product quality. Moreover, the vibration effects can be quickly controlled by changing the vibration parameters, which contributes to the optimization of the main technological modes, in accordance with the high requirements for the quality of the mixture.

Keywords: feed mixtures, mixing, uniformity, vibration.

Для того чтобы провести детальный анализ, связанный с существующими и классическими конструкциями смесителей вибрационного типа, с выявлением достоинств и недостатков в их работе, необходимо рассмотреть классификацию вибрационных смесителей для смешивания сыпучих материалов, которую можно построить, опираясь на различные критерии.

С целью более полного представления существующей картины вибрационного смешивания необходимо придерживаться уже сложившихся общих подходов, на основании которых можно выстроить наиболее рациональную классификацию смесителей по одному из следующих признаков [1]:

- по характеру протекающего в них процесса смешивания (периодического действия, непрерывного действия);
- по виду потока частиц смешиваемого материала (детерминированное перемещение, стохастическое перемещение);
- по расположению рабочей камеры (горизонтальное расположение, наклонное расположение, вертикальное расположение);
- по типу рабочего органа (с жестким рабочим органом, с гибким рабочим органом).

Каждый из этих признаков может быть использован для построения классификации вибрационных смесителей. В качестве основного признака может быть принят тот, который для данных конкретных условий эксплуатации является наиболее важным. По этой причине один и тот же смеситель может быть причислен к различным группам в зависимости от определяющего классификацию признака.

Представленная классификация на рисунке 1 может претендовать на всю полноту существующих вибрационных смесителей и их многообразие конструктивно-технологических решений [2-4].

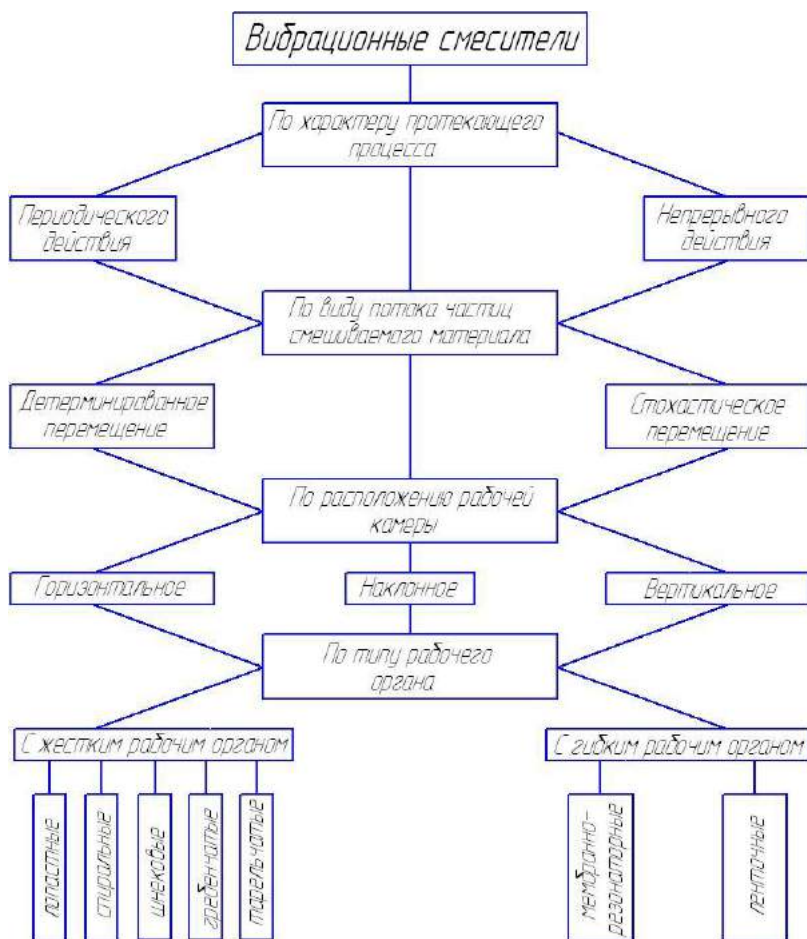


Рис.1 - Классификация вибрационных смесителей

Вместе с тем она дает представление о причинно-следственной связи тех недостатков и достоинств, которые присущи им. Эти признаки классификации являются определяющими при выявлении оптимальной конструктивно-технологической схемы вибрационного смешивания сыпучих материалов.

К технологическим характеристикам смесителей относят [5-6]:

- технологическую (полезную) вместимость смесителя, т.е. объем фактического перемешивания, м³;
- качество смешивания кормов, определяемое через коэффициент вариации контрольного компонента;
- продолжительность смешивания (время для достижения требуемой однородности смеси), мин;
- производительность смесителя, кг/с;
- приспособленность к выполнению специальных технологических операций (запаривания, измельчения, раздачи кормов).

К конструкции и режимам рабочих органов смесителей предъявляются и другие требования, такие как исключение застойных зон и сепарации смеси по гранулометрическому составу, обеспечение быстрой загрузки компонентов и выгрузки кормосмеси. Это достигается соответствующим выбором рабочих органов, а также конструкции смесителя и вспомогательных устройств для конкретных условий с учетом физико-механических свойств смешиваемых компонентов.

Среди перечисленных показателей важнейшее значение имеют те, которые определяют качество смешивания кормов.

Для оценки качества смешивания смесь условно считают двухкомпонентной. Обычно выделяют один компонент (контрольный), остальные объединяют во второй (условный). Таким образом, в этой двухкомпонентной смеси случайной величиной является содержание контрольного компонента в микрообъеме. К контрольному компоненту предъявляют такие требования: сравнительная простота определения его содержания в пробе, небольшое количество, отличие от других компонентов. Этим требованиям в комбикормах отвечает соль, во влажных кормах — семена ячменя или свеклы. Контрольным компонентом может быть или компонент кормосмеси, входящий в нее в малых количествах, или специально вводимый компонент (индикатор).

При этом считают, что если контрольный компонент распределён равномерно, то и все остальные распределены удовлетворительно. Согласно ОСТ 70.19.2–83, качественной характеристикой процесса смешивания является неравномерность (неоднородность) смеси, оцениваемая через посредство коэффициента вариации C_x контролируемого или контрольного компонента. В качестве последних могут служить поваренная соль, зерна ячменя или семена свеклы, вводимые в количестве 1% к массе всей смеси.

Для получения информации, требуемой для подсчета коэффициента вариации контролируемого или контрольного компонента, отбирают 15...20 проб через равные промежутки времени при выгрузке готовой смеси смесителем непрерывного действия либо из всего объема смеси в порционном смесителе.

Масса пробы для комбикормовых смесей должны составлять 5 г, влажных и жидких смесей для свиней и сухих для крупного рогатого скота - 100 г, влажных для крупного рогатого скота - 300 г.

Расчет для смесителей непрерывного действия ведут по формулам:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}, \quad (2)$$

$$C_x = \left(\frac{\sigma_x}{\bar{X}} \right) \cdot 100\%. \quad (3)$$

где X_i - концентрация контролируемого или контрольного компонента в пробах (весовая, относительная, количество единиц); \bar{X} - среднеарифметическая концентрация контрольного компонента; n - число отобранных проб.

Для смесителей периодического действия более объективную оценку дает расчет показателей σ_x и C_x по формулам, где вместо среднего по всем пробам значения контрольного

компонента применяется расчетное (теоретически ожидаемое) количество этого компонента в каждой пробе X_p :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{[\sum(X_i - X_p)^2]}{(n-1)}}, \tag{4}$$

$$C_x = \left(\frac{\sigma_x}{X_p}\right) \cdot 100\%, \tag{5}$$

$$\theta = 100 - C_x, \%. \tag{6}$$

Чем меньше C_x и чем больше θ , тем однороднее смесь, что характеризует эффективность работы смесителей. Подсчитанное значение неоднородности смеси не должно превышать зоотехнические нормы.

Независимо от типов смесителей, порционного или непрерывного действия и их конструктивных особенностей, в процессе смешивания обнаруживаются некоторые общие свойства показателей изменчивости $\sigma(t)$ и $C_x(t)$, а именно: по мере увеличения продолжительности смешивания в порционных смесителях и рабочей длины смесителей непрерывного действия уменьшение названных показателей идентично и приближается к некоторому пределу. Увеличение времени смешивания или длины смесителя не улучшает равномерности распределения компонентов.

Однородность имеет большое значение, поскольку суточный рацион, а особенно одноразовая дача корма животным и особенно птице, очень мала.

В отдельных случаях она исчисляется несколькими десятками граммов. И в этом небольшом количестве корма должны быть все вещества, предусмотренные рационом комбикормов, БВД, премиксов и т.д.

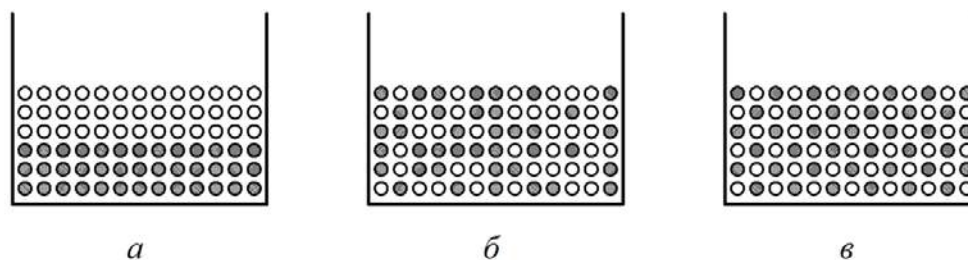
Цель смешивания - превращение некоторого перечня компонентов в кормосмесь с определенными свойствами. Иначе говоря, смешивание - совокупность процессов направленного формирования однородных по составу, плотности и физико-механическим свойствам систем из набора требуемых компонентов.

Качество смешивания определяется степенью однородности смеси. Ее минимум устанавливают зоотехнические требования [7]:

- для свиней - 85%;
- птицы - 90%;
- КРС - 80% (с вводом карбамида - 90%);
- комбикормов собственного производства - 95%.

Перемешивание кормовой массы иногда проводят для перераспределения влаги, тепла и растворения некоторых добавок.

В смесителях происходит взаимное перемещение частиц различных компонентов, причем в идеальном случае может быть получена смесь, в любой точке которой соотношение компонентов соответствует заданному (рисунок 2).



а - исходное состояние; б - статистическое распределение компонентов в процессе смешивания; в - идеально перемешанная смесь (практически не осуществима)

Рис. 2 - Стадии смешивания двух компонентов

Такое идеальное распределение возможно в смеси, где компоненты состоят из сферических частиц одинаковых свойств и размеров, и при отсутствии гравитации. Естественно, что в кормах этого не может быть, т. к. смесь компонентов состоит из частиц разных размеров, которые обладают различными физико-химическими свойствами, поэтому на процесс их перемещения влияет огромное число факторов, а в малых объемах смешиваемого продукта возможно бесконечное разнообразие взаимного расположения частиц. Поэтому соотношение компонентов в любой точке смеси - случайная величина [7-9].

Исторически сложилось так, что все существующие модели поведения зернистого материала под действием вибрации можно разделить на две группы. Модели единичной частицы, рассматривают зернистый материал как дискретную среду, в которой каждая частица движется сама по себе, не взаимодействуя с другими частицами, либо это взаимодействие просматривается очень слабо. Модели сплошной среды рассматривают зернистый материал как некую единую целую и непрерывную среду, движущуюся особым образом под действием колебаний (рисунки 3).

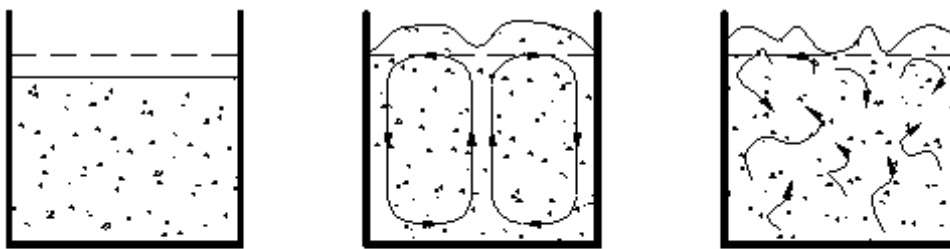


Рис. 3 - Виды движения зернистого материала под действием вибрации

В режиме вибрации, при котором сыпучий материал имеет возможность отрываться от вибрирующего днища, в момент «полета» между материалом и днищем возникает воздушная прослойка, давление которой изменяется дважды за период колебаний. При подбрасывании материала давление в прослойке становится ниже атмосферного, при падении – выше. При падении давления в воздушной прослойке ниже атмосферного воздух подсасывается через верхнюю границу материала, при повышении же давления вытесняется через нее. Причем в материале возникают некоторые направления движения воздушных потоков, по которым идет подсос и вытеснение воздуха. Возникающие воздушные потоки захватывают частицы материала и вовлекают их в циркуляционное движение.

Если материал, участвующий в циркуляции, неоднороден по форме и плотности составляющих его частиц, то может наблюдаться смешивание или разделение его по указанным признакам и установление динамического равновесия процессов разделения – смешивания.

Аэродинамические силы играют доминирующую роль при определенной форме вибрационных рабочих органов и при вертикальных или при горизонтальных колебаниях. Силы сухого трения (фрикционные) проявляются в значительной степени при наличии кинематической (наклонные, круговые, эллиптические колебания), динамической (наклонный слой, наличие другой тянущей силы), фрикционной (неодинаковость силы сухого трения в прямом и обратном направлении) или геометрической (асимметрия в форме сосуда) анизотропии. Фрикционные силы, при их наличии, сильно осложняют картину движения материала, а совместное взаимодействие аэродинамических и фрикционных сил может приводить к очень сложному характеру движения материала [10].

При помощи вибрации можно производить большое количество операций в технологических процессах сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. В зависимости от некоторых параметров вибрационной машины и самого вибрационного воздействия, таких, как амплитуда и частота колебаний, направление колебаний, размер и форма корпуса, и пр., вибрация может быть использована для осуществления прямо противоположных по своей сути процессов: смешивания и разделения компонентов, увеличения или уменьшения силы трения между трущимися поверхностями, уплотнения или разрыхления сыпучих материалов и т.д.

Поэтому, используя сходные по своей конструкции или даже абсолютно одинаковые машины, можно получить совершенно разные эффекты при разных параметрах вибрации. Для эффективного использования существующей и создания новой вибрационной техники необходимо грамотно, теоретически обоснованно подходить к этому вопросу.

Теоретические исследования вибрационных процессов были начаты еще в начале прошлого столетия, но эти процессы настолько сложны и неординарны, что создание какой-то одной математической модели, адекватно описывающей поведение обрабатываемого вибрацией материала, не существует. Исторически сложилось так, что все существующие модели поведения зернистого материала под действием вибрации можно разделить на две группы. Модели единичной частицы, рассматривают зернистый материал как дискретную среду, в которой каждая частица движется сама по себе, не взаимодействуя с другими частицами, либо это взаимодействие просматривается очень слабо. Модели сплошной среды рассматривают зернистый материал как некую единую целую и непрерывную среду, движущуюся особым образом под действием колебаний [10].

Модели единичной частицы. Первая работа, посвященная теоретическому исследованию поведения материальной частицы, движущейся по наклонной шероховатой плоскости с углом α к горизонту, совершающей гармонические прямолинейные колебания под некоторым углом β к опорной плоскости, была опубликована Г. Линднером в 1912 году (рисунок 4). Дальнейшее развитие данной модели было проделано И.И. Блехманом и Г.Ю. Джанелидзе, Р.Ф. Нагаевым, П.М. Заикой, И.П. Лапшиным и Н.И. Косиловым [11].

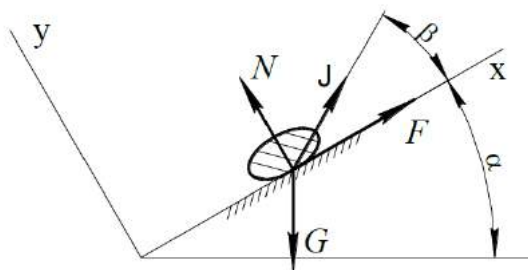


Рис. 4 - Материальная частица на наклонной вибрирующей плоскости

Данная модель является наиболее простой моделью зернистого материала. Уравнения относительного движения частицы по наклонной шероховатой плоскости, совершающей гармонические прямолинейные колебания в направлении, образующем угол β с вибрирующей плоскостью, в проекциях на подвижные оси координат записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= ma\omega^2 \cos \beta \sin \omega t - mg \sin \alpha + F, \\ m\ddot{y} &= ma\omega^2 \sin \beta \sin \omega t - mg \cos \alpha + N, \end{aligned} \quad (7)$$

где m – масса частицы; a , ω – соответственно амплитуда и частота колебаний вибрирующей плоскости; β – угол наклона траектории колебаний относительно плоскости (угол вибрации); α – угол наклона плоскости к горизонту; g – ускорение свободного падения; F – сила сопротивления движению частицы; N – нормальная реакция.

Попытки усовершенствовать модель единичной частицы в научной среде продолжались, и их результатом явилась модель единичной частицы с присоединенной массой [11,12]. Она основана на предположении, что нижняя часть слоя материала, непосредственно контактирующая с вибрирующей поверхностью, представляет собой плоское твердое тело, а лежащие выше части слоя статически воздействуют на это тело посредством своего веса, то есть масса m_1 контактирует с вибрирующей поверхностью, а масса m_0 связана с посредством упругих элементов весьма малой жесткости с (рисунок 5).

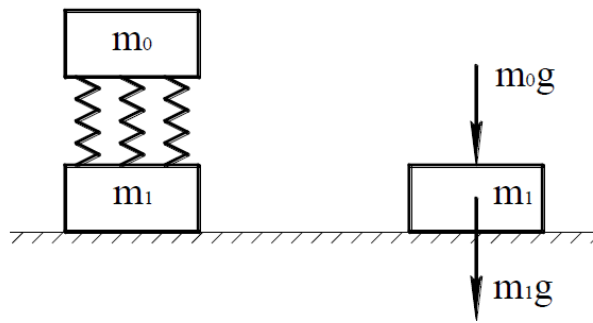


Рис. 5 - Модель единичной частицы с присоединенной массой

Данная модель также описывается уравнениями с некоторыми несущественными изменениями, где ускорение свободного падения g заменяется приведенным ускорением свободного падения:

$$\dot{g} = \frac{m_0 + m_1}{m_1} g = \frac{m}{m_1} g. \quad (8)$$

Несмотря на простоту модели, она позволяет описать дополнительные явления, такие, как убывание средней скорости движения слоя по мере увеличения его толщины и относительная интенсивность вибрации поверхности слоя.

Рассмотренные выше модели предполагают постоянный во времени контакт материала с вибрирующей поверхностью. На практике частицы материала под действием вибрации могут отрываться от вибрирующей поверхности и находиться в состоянии свободного движения. Поэтому модель с присоединенной массой не отражает сущности происходящих явлений даже при совместном движении обрабатываемого материала и вибрирующей поверхности, так как при этом не происходит увеличения массы поверхности, а именно на этом предположении и основана данная модель.

Модель материальной частицы с присоединенной массой и с учетом силы аэродинамического сопротивления. В этом случае дифференциальное уравнение движения частицы выглядит следующим образом:

$$m_1 \ddot{x} = m_0 (\Delta - 1) (g + a \omega^2 \sin \omega t) \mp C(Re) \frac{\pi d^2}{4} \frac{\rho_ч \dot{x}}{2}, \quad (9)$$

где $m_1 = m + \dot{m}$ - эффективная масса частицы (где \dot{m} - присоединенная масса); m_0 - масса среды в объеме, равном объему частицы; Δ - отношение средних плотностей частицы и среды; $C(Re)$ - коэффициент давления воздуха на частицу; Re - число Рейнольдса; $\rho_ч$ - плотность частицы.

В уравнении (9) последнее слагаемое характеризует аэродинамическую силу сопротивления. Данной модели присущи все недостатки, высказанные относительно модели единичной частицы с присоединенной массой, но в ней уже имеется попытка учета дополнительных факторов воздействия на частицы материала, не связанных непосредственно с вибрирующей поверхностью, в данном случае это сила аэродинамического сопротивления.

Модели с распределенными параметрами. Для того чтобы не учитывать характер процессов подбрасывания и соударения обрабатываемого материала с вибрирующей поверхностью, были разработаны упруго-вязко-пластичные модели слоя сыпучей среды. Подобные модели основаны на том, что слой материала представляет собой сосредоточенную массу m , снабженную системой демпферов с коэффициентами вязкости c_x и c_y системой упругих элементов с коэффициентами жесткости k_x , k_y (рисунок 6). Указанные системы демпферов и упругих элементов моделируют внутренние силы, действующие в слое материала под действием вибраций. Кроме того, на слой сыпучего материала действуют внешние силы,

обусловленные наличием среды, в которой происходит движение. Эти силы моделируются при помощи еще двух демпферов с коэффициентами вязкости c'_x и c'_y , которые связаны с неподвижной системой координат $x'y'$. Уравнения относительного движения слоя материала (при отсутствии проскальзывания) в проекции на подвижные оси координат xOy , связанные с вибрирующей поверхностью, записываются как [11,12]:

$$m\ddot{y} = -m\ddot{y}' - mg \cos \alpha - c_y \dot{y} - k_y y, \tag{10}$$

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg \sin \alpha - c_x \dot{x} - k_x x - c'_x (\dot{x}' + \dot{x}). \tag{11}$$

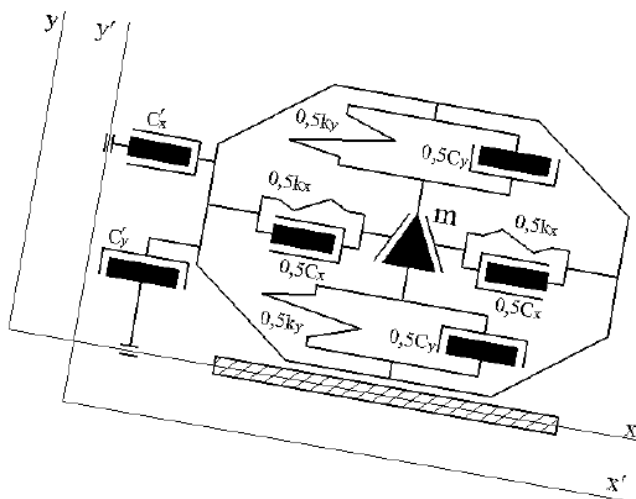


Рис. 6 - Уруго-вязко-пластичная модель сыпучей среды

При наличии проскальзывания уравнение движения вдоль оси x запишется как

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg \sin \alpha - \text{sign}(\dot{x})f(k_y y + c_y y) - c'_x (\dot{x}' + \dot{x}), \tag{12}$$

где f - коэффициент трения материала о вибрирующую поверхность.

При отрыве от вибрирующей поверхности дифференциальные уравнения свободного движения материала имеют вид:

$$\ddot{y} + 2n_y \dot{y} = \ddot{y}' - g \cos \alpha; \tag{13}$$

$$\ddot{x} + 2n_x \dot{x} = -\ddot{x}' + g \sin \alpha - 2n_x (\dot{x}' + \dot{x}), \tag{14}$$

где n_x, n_y - коэффициенты демпфирования, обусловленные внешними сопротивлениями перемещению слоя относительно оси x и y .

К недостаткам подобных моделей можно отнести слишком большое количество уравнений, описывающих поведение материала, а также возможность использования данных моделей только для процессов вибрационного транспортирования сыпучих материалов с небольшой толщиной слоя. Подобные модели не объясняют таких явлений, как возникновение циркуляционных потоков или хаотического движения в сыпучей среде под действием вибрации.

Рассмотрим зернистый материал как систему, разделенную горизонтальными плоскостями на бесконечное число элементарных слоев, с возможностью движения таких слоев относительно друг друга. Коэффициент трения между отдельными слоями рассматривается как непрерывно возрастающая функция силы тяжести вышележащих слоев материала.

Для круговых колебаний плоской шероховатой поверхности, при использовании модели плоских слоев, были получены основные зависимости, характеризующие движение зернистого материала. Радиус абсолютной траектории движения точки в материале [11,12]

$$r = \frac{gf_0}{\omega^2} \sqrt{1 + 6j\xi(1 + j\xi)}, \quad (15)$$

где f_0 - коэффициент сопротивления сдвигу верхнего слоя; $j = \frac{G}{G_m}$; G - вес вышележащего материала, отнесенный к единице площади вибрируемой поверхности; G_m - вес всего материала, отнесенный к единице площади вибрируемой поверхности; $\xi = \frac{\Delta f}{f_0}$; Δf - половина разности приведенных коэффициентов сопротивления сдвигу слоев на нижней и верхней поверхности зернистого материала.

Угол абсолютной траектории движения точки в материале

$$\alpha = \sqrt{2} \ln(1 + 2\xi + 2\sqrt{\xi(1 + \xi)}) + \arccos \frac{1 + \xi}{\sqrt{6\xi(1 + \xi) + 1}}. \quad (16)$$

Горизонтальная скорость частицы, лежащей на вибрируемой поверхности

$$V_m = \omega R \sqrt{1 - \left(\frac{gf_0}{\omega^2 R}\right) (1 + 2\xi)^2} - \frac{gf_0}{\omega} \sqrt{2\xi(1 + \xi)}. \quad (17)$$

Данная модель не учитывает силы аэродинамического сопротивления, и используется только для расчета процессов сепарирования на плоских ситах, причем только для горизонтальных круговых колебаний, не объясняет причин возникновения вертикальных составляющих в движении частиц.

Модели сплошной среды. Одна из первых моделей сплошной среды представлена в работе. Ее появление стимулировалось следующими особенностями движения слоя сыпучего материала по лотку: зависимость скорости частиц от их координат в поперечном сечении лотка (как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях); уменьшение амплитуды вертикальной составляющей колебаний частиц слоя; невозможность существования режимов движения с интенсивным подбрасыванием материала (за счет образования воздушной прослойки у дна лотка).

В этой модели учитывается, что сыпучая среда может иметь в процессе нагружения два состояния - упругое и пластическое. Первое состояние может возникнуть в результате деформации отдельных зерен, второе - вследствие сдвига зерна относительно друг друга. Записанные с учетом этого уравнения сплошной среды, представляющие совокупность уравнений теорий упругости и пластичности, оказались весьма сложными. Для их решения была введена дополнительная гипотеза о том, что все слои в процессе движения остаются плоскими. Тогда можно найти продольную скорость слоя, находящегося на любом расстоянии от свободной поверхности лотка [11,12]:

$$\frac{\partial V_x}{\partial t} = \ddot{\xi} - g \sin \alpha - \left(f_d - s \frac{\partial f_d}{\partial y} \right) \text{sign} \frac{\partial V_x}{\partial y} + f_0' \frac{s}{b \cos \theta} \text{sign} V_x (g \cos \alpha + \ddot{\eta}), \quad (18)$$

где V_x - скорость слоя вдоль продольной оси x ; $\ddot{\xi}$ - ускорение при переносном движении; f_d - динамический коэффициент трения; s - расстояние до свободной поверхности слоя материала; f_0' - коэффициент трения о боковую стенку сосуда; b - ширина сосуда; θ - угол наклона стенки сосуда; $\ddot{\eta}$ - ускорение при абсолютном движении.

Как видим, несмотря на правильную первоначальную постановку задачи, ее решение дает весьма скудную информацию о процессах, протекающих в слое материала. Модель не выявляет участки циркуляции материала, стохастического движения его частиц.

Ставится задача отыскания общих методов описания кривых течения и вязкости дисперсных материалов как в статических условиях, так и в условиях вибрационного поля. Уравнение динамического равновесия бесконечно малого элемента среды записывается как:

$$\sum_{k=1}^3 \frac{\partial P_{ik}}{\partial X_k} + f_i \rho = \rho \frac{d^2 U_i}{dt^2}, (i = 1, 2, 3), \quad (19)$$

где P_{ik} - неизвестные компоненты напряжения; U_i - перемещения; f_i - плотность внешних нагрузок; ρ - плотность среды; X_k, t - координаты и время.

Для замыкания уравнений (19) необходимо знание реологических кривых, относящихся к многоосному стационарному течению. Экспериментально же установлены в настоящее время лишь кривые, описывающие одноосное течение.

В связи с этим использование уравнений (19) является весьма проблематичным, если не сказать больше - неосуществимым.

И, наконец, последней рассматриваемой моделью является представление сыпучей среды при вибрациях в виде *вязкой жидкости*. Такое представление формировалось у исследователей давно, главным образом под воздействием наблюдений за поведением сыпучей среды, подверженной вибрационному воздействию. Появление в ней различных циркуляционных потоков, всплывание и погружение различных тел, выброс газовых пузырей - все эти визуально наблюдаемые эффекты сразу же в восприятии наблюдателя идентифицируют сыпучую среду при вибрациях с поведением вязкой жидкости.

Характерно, что имеется строгое теоретическое доказательство того, что сыпучая среда, подверженная вибрациям, может описываться уравнениями гидродинамики. Речь идет о работе Х.И. Раскина [12], в которой сыпучая среда рассматривалась как совокупность однородных абсолютно твердых и абсолютно гладких сферических частиц одинакового диаметра, причем соударения являются не вполне упругими. Такой подход характерен для теории газов, изучаемых на молекулярном уровне. Используется кинематическое уравнение Больцмана, из которого следуют, как уравнения первого приближения, три уравнения: уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho u) = 0. \quad (20)$$

уравнение Навье-Стокса

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \nabla\right) u = \frac{1}{m} F + \frac{1}{\rho} \left(P - \frac{\mu}{3} \nabla u\right) + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 u. \quad (21)$$

уравнение теплопроводности

$$\frac{3}{2} \left(\frac{\partial}{\partial t} + u \nabla\right) \theta + (\nabla u) \theta - K \frac{1}{\rho} \xi = 0, \quad (22)$$

где ∇ - оператор «набла»; u - математическое ожидание вектора скорости среды; P - тензор давления; μ - динамическая вязкость; θ - квазitemпература; K - коэффициент теплопроводности; ξ - коэффициент, учитывающий отвод квазitemпла.

Данная модель хорошо описывает интенсивные режимы подбрасывания (виброкипящий слой), то есть она может объяснить лишь хаотическое движение материала, не раскрывая механизма возникновения упорядоченных циркуляций частиц при одних режимах вибрации, или уплотнения зернистого материала практически без движения при других режимах.

Вывод. Перспективным направлением в производстве сыпучих кормовых смесей является применение вибрации, которая позволяет интенсифицировать процесс смешивания.

Таким образом, из всех рассмотренных моделей слоя наиболее перспективной является модель поведения сыпучей среды при вибрациях представляемая в виде вязкой среды. На основе этой модели возможно, во-первых, моделирование всех наблюдаемых экспериментально состояний сыпучей среды при вибрациях: покоя, регулярного и неустойчивого движений. Во-вторых, использование уравнений Навье-Стокса и неразрывности означает применение хорошо разработанного математического аппарата гидрогазодинамики, что имеет немаловажное значение для получения практических результатов.

Библиография

1. Булавин С.А., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Влияние вибрации на истечение зерна в вибрационном высевальном аппарате / Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 25 декабря 2015 г.). Ч.1. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. С. 289 – 292.
2. Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Макаренко А.Н. и др. Машины и оборудование перерабатывающих производств. Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. 80 с.
3. Булавин С.А., Рыжков А.В., Мачкарин А.В. Вибрационные высевальные аппараты // Бюллетень научных работ Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина. 2006. №5. С. 131-133.
4. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В., Мачкарин А.В., Путиенко К.Н., Рыжков А.В., Саенко Ю.В., Чехунов О.А. – Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
5. Зарубежная сельскохозяйственная техника. Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 - «Агроинженерия» профиль 1 - «Технические системы в агробизнесе» Макаренко А.Н., Мартынова И.В., Мачкарин А.В., Рыжков А.В., Саенко Ю.В., Чехунов О.А. Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина 2015. 200 с.
6. Булавин С.А. и др. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза. Монография Белгород, изд. Белгородской ГСХА им. В.Я. Горина, 2013. 334 с.
7. Чехунов О.А., Макаренко А.Н., Саенко Ю.В. и др. Технологии механизированных работ в животноводстве. Белгород: БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. 292 с.
8. Колесников А.С., Казаков К.В. Дозатор-смеситель многокомпонентных жидкостей для получения концентрата низкомолекулярных кислот // Новая наука: проблемы и перспективы. Стерлитамак: АМИ, 2017. №1-2. С.140-143.
9. Kolesnikov A., Pastukhov A., Vodolazskaya N., Minasyan A. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer (Исследование параметров рабочего процесса смешивания в дозаторе-смесителе) // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol/ 18: Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2019– P. 487 – 492. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N033.
10. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. М.: Агропромиздат, 1990. 336 с.
11. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационное перемещение. М.: Наука, 1964. 410 с.
12. Блехман И.И. Теория вибрационных процессов и устройств. Вибрационная механика и вибрационная техника. СПб.: Руда и металлы, 2013. 640 с.

References

1. Bulavin S.A., Machkarin A.V., Ryzhkov A.V. Vliyanie vibracii na istechenie zerna v vibracionnom vysevayushchem apparate [The influence of vibration on the outflow of grain in a vibrating sowing apparatus] Innovative directions in the development of technologies and technical means of agricultural mechanization: materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agricultural Machines of the Agroengineering Department of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I (Voronezh, Russia, December 25, 2015). Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 2015, part number 1 P. 289 - 292.
2. Ryzhkov A.V., Machkarin A.V., Makarenko A.N. et al. Mashiny i oborudovanie pererabatyvayushchih proizvodstv [Machines and equipment for processing industries] Belgorod: Publishing FSBEI HE Belgorod GAU, 2018. -80 p.
3. Bulavin S.A., Machkarin A.V., Ryzhkov A.V. Vibracionnye vysevayushchie apparaty [Vibration sowing machines]. Bulletin of scientific works of the Belgorod State Agricultural Academy. V.Ya. Gorina. 2006. №5. P. 131-133.
4. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural machinery]: monograph / Kazakov KV, Makarenko A.N., Martynova I.V., Machkarin A.V., Putienko K.N., Ryzhkov A.V., Saenko Yu.V., Chekhunov O.A. - Moscow; Belgorod: Central Library Collector BIBCOM LLC, 2016. 200 p.

5. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural equipment]. Textbook for students of training direction 03/30/06 – «Agroengineering» profile 1 – «Technical systems in agribusiness» Makarenko A.N., Martynova I.V., Machkarin A.V., Ryzhkov A.V., Saenko Y.V., Chekhunov O.A. Belgorod GAU them. V.Ya. Gorina 2015. 200 p.
6. Bulavin S.A. et al. Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii uborki, pererabotki i utilizatsii navoza [Technologies and means of mechanization of cleaning, processing and disposal of manure]. Monograph. Belgorod, ed. Belgorod State Agricultural Academy named. V.Ya. Gorina, 2013. 334 p.
7. Chekhunov O.A., Makarenko A.N., Saenko Yu.V. et al. Tekhnologii mekhanizirovannykh rabot v zhivotnovodstve [Technology mechanized work in animal husbandry]. Belgorod: Belgorod State Agricultural Academy. V.Ya. Gorina, 2014. 292 p.
8. Kolesnikov A.S., Kazakov K.V. Dozator-smesitel' mnogokomponentnykh zhidkostej dlya polucheniya koncentrata nizkomolekulyarnykh kislot [Batcher mixer multicomponent liquids to obtain a concentrate of low molecular weight acids] // New science: problems and prospects. Sterlitamak: AMI, 2017. №1-2. Pp.140-143.
9. Kolesnikov A., Pastukhov A., Vodolazskaya N., Minasyan A. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer (Исследование параметров рабочего процесса смешивания в дозаторе-смесителе) // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol/ 18.; Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2019– P. 487 – 492. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N033.
10. Zavrazhnov A.I., Nikolaev D.I. Mekhanizatsiya prigotovleniya i hraneniya kormov [Mechanization of preparation and storage of feed]. M.: Agropromizdat, 1990. 336 p.
11. Blekhman I.I., Janelidze G.Yu. Vibratsionnoe peremeshchenie [Vibrational mixing]. M.: Science, 1964. 410 p.
12. Blekhman I.I. Teoriya vibratsionnykh processov i ustrojstv. Vibratsionnaya mekhanika i vibratsionnaya tekhnika [Theory of vibration processes and devices. Vibration mechanics and vibration technology]. SPb.: Ore and metals, 2013. 640 p.

Сведения об авторах

Мачкарин Александр Викторович кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8(4722) 38-19-48, E-mail: machkarin@mail.ru

Рыжков Андрей Владимирович кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8(4722) 38-19-48, E-mail: ryzhkovbgsha@yandex.ru

Information about authors

Machkarin Alexander Viktorovich candidate of technical Sciences, associate Professor of Department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8(4722) 38-19-48, E-mail: machkarin@mail.ru

Ryzhkov Andrey Vladimirovich candidate of technical Sciences, associate Professor of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8(4722) 38-19-48, E-mail: ryzhkovbgsha@yandex.ru

УДК 631.331.53:631.173

А.Г. Пастухов, И.Н. Кравченко, М.И. Волков

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ СЕЯЛКИ СЗТ-3,6А

Аннотация. В федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства России на 2017-2025 годы предусматривается обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции и создание технологий, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса. Снижение затрат на поддержание посевной техники в работоспособном состоянии можно обеспечить путем рационального восстановления деталей сельскохозяйственных машин, в частности, дисковых сошников на основе ремонтных размеров. Анализ предыдущих исследований показал отсутствие работ по оценке износа на примере дисковых сошников. С целью выявления характеристик дефектов проведены визуальный осмотр, измерения геометрических параметров и механических свойств на примере дисковых сошников сеялок СЗТ-3,6А в эксплуатации. По данным геометрических измерений выполнена 3D-модель диска в сборе с целью идеализации формы. Проведена статистическая обработка измерений диаметрального износа для подтверждения достоверности данных и получения сведений о пригодности долей выборки для назначения дифференцированных ремонтно-обслуживающих воздействий. По результатам статистической обработки установлены: среднее значение износа 28,58 мм, среднеквадратическое отклонение 10,18 мм, коэффициент вариации 0,464. Оценка по критерию Ирвина показала достоверность границ представленной выборки. При графической обработке данных получены опытное распределение износа дисков, а также дифференциальная и интегральная функция теоретического закона распределения износа дисков. Оценка по критерию Пирсона подтвердила принадлежность выборки нормальному закону распределения. Анализ данных измерений твердости дисков показывает существенную неоднородность механических свойств. Для полученных сведений по износу предложена схема назначения дифференцированных ремонтно-обслуживающих воздействий.

Ключевые слова: сеялка, сошник, диск, износ, восстановление.

STUDY OF WEAR OF DISC COULTERS SZT-3.6A

Abstract. The Federal scientific and technical program for the development of rural agriculture of Russia for 2017-2025 provides for the stable growth of agricultural production and the creation of technologies that ensure the independence and competitiveness of the domestic agro-industrial complex. Reducing the cost of maintaining the sowing equipment in working condition can be achieved by rational restoration of agricultural machinery parts, in particular, disc coulters on the basis of repair sizes. Analysis of previous studies showed the lack of work on the assessment of wear on the example of disc coulters. With the purpose of are revealed, the characteristics of the defects carried out visual inspection, measurement of geometric parameters and mechanical properties, for example coulters seed drills SZT-3.6A to operate. According to the geometric measurements, a 3D-model of the disk Assembly was made in order to idealize the shape. Statistical processing of measurements of diametrical wear for confirmation of reliability supplied and obtaining the information on suitability of shares of selection for purpose of the differentiated repair serving influences is carried out. According to the results of statistical processing, the average wear value is 28.58 mm, the standard deviation is 10.18 mm, the coefficient of variation is 0.464. Based on the criterion of Irwin showed the accuracy of the submitted boundaries of a truncated sample. During the graphical processing of data obtained experimental distribution of wear of the discs as well as differential and integral function of the theoretical law of distribution of wear of the discs. Pearson's evaluation confirmed that the sample belonged to the normal distribution law. Data analysis of measurements of hardness of the disk shows a considerable nonuniformity of mechanical properties. For the received information on wear the scheme of appointment of the differentiated repair and servicing influences is offered.

Keywords: seeder, coulter, disc, wear, recovery.

Введение. 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 технологий, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса.

Затраты на ремонт техники в настоящее время составляют более 50 млрд. руб. Сохранение высоких затрат на ремонт при сокращении парка машин объясняется соответствующим ростом цен на запасные части (40...70 % доли в себестоимости ремонта техники). Исследованиями установлено, что в технике, подлежащей ремонту до 45 % деталей годны для дальнейшей эксплуатации, около 50 % подлежат восстановлению и только чуть более 5 % - утилизации. При развитии производств по восстановлению деталей произойдет некоторое перерас-

пределение объемов работ между существующими методами восстановления. Прогноз на увеличение объемов восстановления деталей в России соответствует мировым тенденциям, поэтому необходимо уделить особое внимание вопросам организации и технологиям восстановления деталей, постоянно увеличивать ассигнования на разработку новых способов и передового оборудования [1].

Следует отметить, что фундаментом разработки способов восстановления различных деталей машин является анализ износа с качественной и количественной оценкой процесса изнашивания и его итогового результата – отказа [2-4].

В отечественной и зарубежной сельскохозяйственной технике широко применяются дисковые рабочие органы, в частности, зерновые и туковые сеялки, включают дисковые сошники. При эксплуатации последние претерпевают диаметральный износ лезвий дисков в связи с чем встает вопрос о детальном изучении износа и способах восстановления в зависимости от степени изменения диаметра дисков.

Анализ последних исследований. В практике исследования работоспособности почвообрабатывающих, в том числе, дисковых рабочих органов в сельскохозяйственных машинах широко известны работы по оценке их технического состояния [5, 6].

В работе Михальченкова А.М. изучается распределение износов зубьев дисков, которое показывает, что наиболее вероятными являются износы вершин зубьев по абсолютной величине 28,9...32,1 мм – вероятность появления дисков с таким износом составляет 28...31 %. Исходя из практического опыта, следует считать пригодными детали с износами, не превышающими 24 мм, то есть остаточная величина зуба должна составлять не менее трети его высоты и равна примерно 12 мм. Тогда вероятность наличия пригодных для эксплуатации деталей составляет около 7 %. Диски, имеющие износ более 32 мм, подлежат утилизации, так как восстановление потребует значительных и неоправданных технологических и экономических затрат. Количество изделий с такими износами достигает 19 %, такой износ обеспечивает полное истирание зубьев, что недопустимо по агротехническим условиям. Таким образом, пригодными к восстановлению являются примерно 74 % дисков, снятых с эксплуатации, что формирует программу ремонта [5].

По данным Шовкопляса А.В. преобладающим видом изнашивания дисковых рабочих органов является абразивное изнашивание, характеризующееся значительным массовым износом и изменением формы и геометрии рабочих органов, что оказывает значительное влияние на тяговое сопротивление бороны. Анализ вида разрушения почвы свидетельствует о том, что почва разрушается при сжатии, растяжении и сдвиге, при этом преобладающим видом разрушения выступает разрушение при растяжении и сдвиге, что соотносится с критерием прочности по Лебедеву А.А. [6].

Анализ вышеприведенных работ показывает, что для различных рабочих органов формирование и проявление дефектов в виде износа носит случайный и специфический характер, при этом данных по износу различных почвообрабатывающих органов множество, однако недостаточно результатов оценки износа применительно к дисковым сошникам зерновых сеялок.

Цель работы – разработка схемы назначения дифференцированных ремонтных воздействий дисков сошников сеялки СЗТ-3,6А.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- провести оценку геометрических параметров дисков в эксплуатации;
- выполнить изучение твердости дисков снятых с эксплуатации;
- дать статистическую оценку технического состояния и годности исследуемых дисков;
- разработать схему назначения дифференцированных ремонтных воздействий в зависимости от технического состояния дисков.

Материалы и методы. Наблюдения проводились для двух сеялок СЗТ-3,6А, находящихся в эксплуатации ФГБНУ ФАНЦ РАН (г. Белгород). Сеялки ежегодно используются для

выполнения посевных работ на опытных площадях, на момент выполнения измерений наработка комплектов дисков составила по 700 га.

По данным геометрических измерений выполнена 3D-модель диска сошника сеялки СЗТ-3,6А в сборе и схема измерения диаметрального износа дисков (рисунок 1) [7].

Статистическая обработка производилась согласно рекомендациям по ГОСТ Р 8.736-2011. Методика статистической обработки содержала следующие этапы: создание массива исходных данных по износу; оценка статистического ряда на наличие выпадающих точек по правилу $\pm 3\sigma$; определение статистических характеристик; проверка на наличие выпадающих точек по критерию Ирвина; построение диаграмм износов сеялки; создание интервального статистического ряда; опытное распределение износа дисков сеялок СЗТ-3,6А; построение дифференциальной и интегральной функции теоретического закона распределения для дисков сеялок СЗТ-3,6А; определение относительной ошибки переноса; проверка теоретического закона распределения по критерию Пирсона; создание укрупненного статического ряда; определение доверительных границ рассеивания [8].

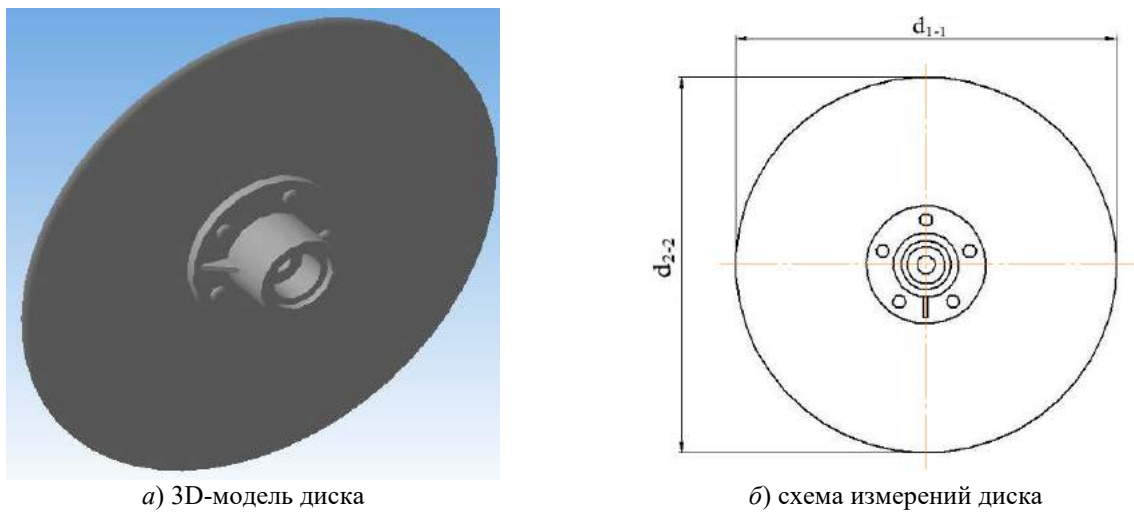


Рис. 1 - Диск сошника сеялки СЗТ-3,6А

При подготовке дисков был выполнен визуальный осмотр, который показал наличие специфических следов проявления гладкой и неоднородной поверхностей износа лезвий (рисунок 2, а, б), при этом проведена разметка дисков для оценки механических свойств (рисунок 2, в). Измерение диаметра дисков производили в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с размерами d_{1-1} и d_{2-2} согласно схеме на рисунке 1, б, на основании чего было выявлено среднее значение разности диаметров дисков, что соответствует величине износа (рисунок 2) [9, 10]. Исходная общая картина износа дисков сошников представлена на рисунке 3. Вычисленные данные диаметрального износа в порядке возрастания приведены в таблице 1.



Рис. 2 - Характерный внешний вид и разметка диска



Рис. 3 - Общее графическое представление износа дисков сошников сеялок

Результаты и их обсуждение. На основании имеющихся данных по износу дисков и при условии, что количество замеров $N > 25$, составляем статистический ряд исходной информации со следующими данными описательной статистики: среднее арифметическое значение - $X_{cp} = 28,57$ мм, среднее квадратическое отклонение - $S_x = 10,31$ мм, эмпирическая дисперсия - $S^2 = 106,46$ мм², минимальное значение - $X_{min} = 8,80$ мм, максимальное значение - $X_{max} = 56,20$ мм, размах - $R_x = 47,40$ мм; коэффициент вариации составляет $v_x = 0,361$, что свидетельствует о приближении исследуемого опытного распределения к теоретическому закону нормального распределения.

Таблица 1 - Массив исходных данных по диаметральному износу дисков

№ замера	Износ	№ замера	Износ	№ замера	Износ	№ замера	Износ	№ замера	Износ
1	8,8	21	19,4	41	27,3	61	31,3	81	39,1
2	9,6	22	19,6	42	27,6	62	31,7	82	39,4
3	10,0	23	19,7	43	27,8	63	31,9	83	39,8
4	10,3	24	19,9	44	27,8	64	32,1	84	39,9
5	11,8	25	20,6	45	27,9	65	32,3	85	40,2
6	12,2	26	20,8	46	28,0	66	32,4	86	40,4
7	13,1	27	21,0	47	28,1	67	32,5	87	41,6
8	13,8	28	21,7	48	28,3	68	32,9	88	42,5
9	14,6	29	22,1	49	28,7	69	33,9	89	42,8
10	15,4	30	22,4	50	28,8	70	34,4	90	45,9
11	15,8	31	23,9	51	29,4	71	34,4	91	47,2
12	15,9	32	23,9	52	29,4	72	34,5	92	47,4
13	16,0	33	24,3	53	29,6	73	35,7	93	47,5
14	16,7	34	25,8	54	29,7	74	35,8	94	49,1
15	16,8	35	26,0	55	29,9	75	35,9	95	53,1
16	17,9	36	26,2	56	30,5	76	36,3	96	56,2
17	18,3	37	26,6	57	30,7	77	37,3	-*	-
18	18,4	38	26,7	58	31,2	78	37,4	-	-
19	18,5	39	26,8	59	31,3	79	37,9	-	-
20	19,0	40	27,2	60	31,3	80	38,9	-	-

* «-» - нет данных

Разбиваем информацию износа на n равных интервалов на основе формулы

$$n = \sqrt{N} \pm 1, \tag{1}$$

где N – повторность информации, которая в нашем случае составляет 96 значений.

С учетом рекомендаций получаем $n = \sqrt{96} \pm 1 = 10,8$ и окончательно принимаем $n = 11$.

Длина интервала для данного опытного распределения составляет

$$A = (X_{max} - X_{min}) / n. \tag{2}$$

По приведенным первичным данным получаем $A = (56,20 - 8,80) / 11 = 4,31$ мм.

Составляем интервальный статистический ряд с учетом того, что начало первого интервала назначаем по минимальному значению износа (таблица 2). В первом столбце указываем границы интервалов в единицах износа, во втором столбце – опытную частоту попадания данных в каждом интервале, а в третьем столбце – опытную вероятность $P_{опi}$, в четвертом – накопленную опытную вероятность $\Sigma P_{опi}$.

Таблица 2 - Интервальный статистический ряд

Интервал, мм	Опытная частота, m_i	Опытная вероятность, P_i	Накопленная опытная вероятность, ΣP_i
8,80 – 13,11	7	0,073	0,073
13,11 – 17,42	8	0,083	0,156
17,42 – 21,73	13	0,135	0,291
21,73 – 26,04	7	0,073	0,364
26,04 – 30,35	20	0,208	0,572
30,35 – 34,66	17	0,177	0,749
34,66 – 38,97	8	0,083	0,832
38,97 – 43,28	9	0,094	0,926
43,28 – 47,59	4	0,042	0,968
47,59 – 51,90	1	0,011	0,979
51,90 – 56,21	2	0,021	1,000

На основании данных таблицы 1 проводим расчет:

- среднего значения износа по формуле

$$X_{cp} = \sum_{i=1}^n (X_{ci} \cdot P_i), \quad (3)$$

- среднего квадратического отклонения износа по формуле

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ci} \cdot P_i)}. \quad (4)$$

После подстановки значений получаем: $X_{cp}=28,58$ мм, $\sigma_x=10,18$ мм.

Проводим оценку статистического ряда на наличие выпадающих точек по правилу $X_{cp} \pm 3\sigma_x$ и отмечаем, что в диапазоне значений 0...59,12 мм выпадающие точки отсутствуют.

Более достоверную информацию по проверке на наличие выпадающих точек получают по критерию Ирвина на основании формулы

$$\lambda_{опi} = \frac{X_i - X_{i-1}}{\sigma_x}, \quad (5)$$

где X_i, X_{i+1} – смежные точки информации по нижней и верхней границам ряда.

Фактическое значение критерия Ирвина в соответствии с формулой (1) равны: для нижней границы составляет - $\lambda_{оп1}=(9,60-8,80)/10,18=0,079$, для верхней границы - $\lambda_{оп2}=(56,20-53,10)/10,18=0,306$. Определяем табличное значение критерия Ирвина по справочным данным при числе информационного ряда 96 и вероятности 95% - $\lambda_{таб}=1,01$. При сопоставлении полученных данных отмечаем, что табличное значение критерия Ирвина $\lambda_{таб}=1,01$ больше опытного для нижней и верхней границ ряда, поэтому обе крайние точки (8,80 и 56,20 мм) являются достоверными.

С целью практического анализа показателей износа дисков сошников следует, на основании приведенных в таблице 2 данных, построить гистограмму, полигон и кривую накопленных опытных вероятностей функции распределения износа (рисунок 4, 5 и 6).



Рис. 4 - Гистограмма опытных вероятностей распределения износа дисков

Для характеристики рассеивания показателей износа дисков определяем коэффициент вариации v в виде относительной безразмерной величины по формуле

$$v = \frac{\sigma_x}{(X_{cp} - C)}, \tag{6}$$

где C – смещение рассеивания показателя износа в виде расстояния от начала координат до начала рассеивания случайной величины, определяемая по формуле

$$C = X_{н1} - 0,5A, \tag{7}$$

где $X_{н1}$ – начало первого интервала статистического ряда, принимаем $X_{н1}=8,80$ мм.

Тогда с учетом длины интервала $A=4,31$ мм, получаем $C=8,80-0,5 \cdot 4,31=6,645$ мм, откуда следует, что коэффициент вариации равен $v=10,18/(28,58-6,645)=0,464$.

Выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации осуществляем по условию: при $v < 0,30$ принимаем закон нормального распределения, при $v > 0,50$ принимаем закон распределения Вейбулла, при неравенстве $0,30 < v < 0,50$ принимаем компромиссное решение по лучшему совпадению с распределением опытной информации на основе соответствующих критериев.

Для нормального закона распределения дифференциальную функцию описывают уравнением вида

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-X_{cp})^2}{2\sigma_x^2}}, \tag{8}$$

с учетом имеющихся данных получим

$$f(t) = \frac{1}{10,18 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-28,58)^2}{0,481}}, \tag{9}$$

или через центрированную нормированную функцию

$$f(t) = \frac{A}{\sigma_x} f_0 \left(\frac{(X_{ci} - X_{cp})}{\sigma_x} \right), \tag{10}$$

которая вычислена при $X_{cp}=0$ и $\sigma_x=1$ и имеет вид

$$f_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{X^2}{2}}. \tag{11}$$

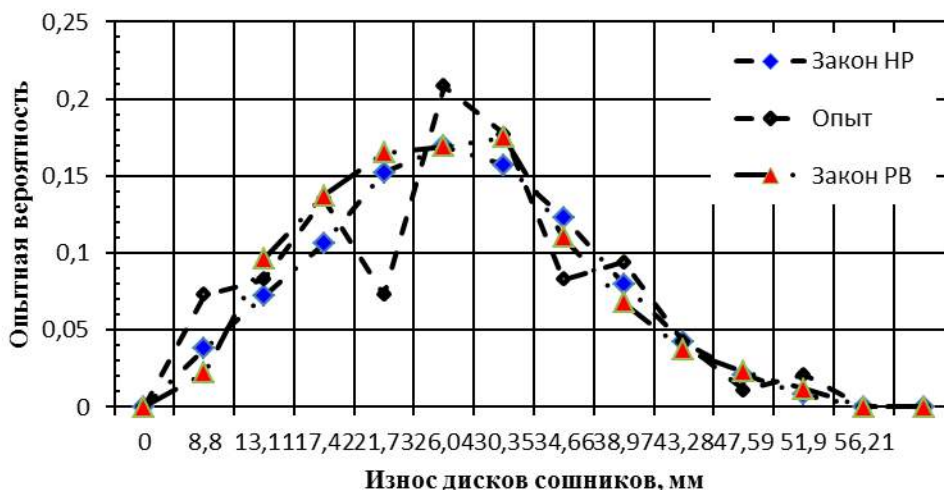


Рис. 5 - Полигон и дифференциальные функции распределения износа дисков

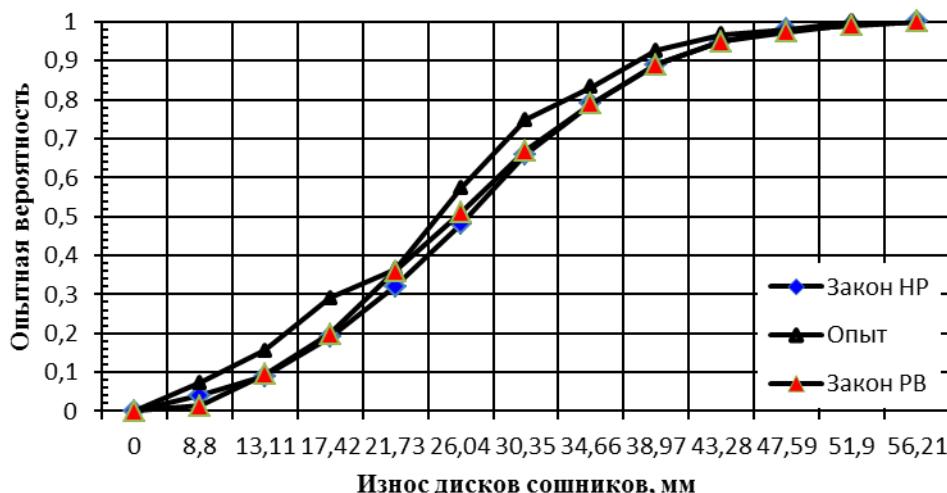


Рис. 6 - Кривая накопленных опытных вероятностей и графики интегральной функции износа дисков

Интегральная функция распределения имеет вид

$$F(t) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{(X-X_{cp})^2}{2\sigma_x^2}} dX, \tag{12}$$

или с учетом вычисленных данных получим

$$F(t) = \frac{1}{10,18 \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{(X-26,04)^2}{0,4331}} dX, \tag{13}$$

которая вычислена при $X_{cp}=0$ и $\sigma_x=1$ и имеет вид централизованной нормированной интегральной функции

$$F_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{X^2}{2}} dX. \tag{14}$$

Для закона распределения Вейбулла дифференциальную функцию описывают уравнением вида

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{X}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{X}{a}\right)^b}, \tag{15}$$

или

$$f(t) = \frac{A}{a} f\left(\frac{X_{ci}-C}{a}\right), \tag{16}$$

где a и b - параметры распределения Вейбулла, X_{ci} – середина интервала.

С учетом имеющихся данных получим, что при $v=0,464$ параметр $b=2,30$, а вспомогательные коэффициенты $K_b=0,89$ и $C_b=0,41$, откуда параметр $a=(X_{cp}-C)/K_b=(28,58-6,645)/0,89=24,65$ мм. В этом случае уравнение примет следующий вид

$$f(t) = 0,0933 \left(\frac{X}{24,65}\right)^{1,30} e^{-\left(\frac{X}{24,65}\right)^{2,30}} \quad (17)$$

Интегральная функция распределения имеет вид

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{X}{a}\right)^b} \quad (18)$$

или с учетом вычисленных данных получим

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{X}{24,65}\right)^{2,30}} \quad (19)$$

Для вычисления интегральной функции воспользуемся уравнением вида

$$F(t) = F\left(\frac{X_{ci}-C}{a}\right) \quad (20)$$

Вычислим значения дифференциальной и интегральной функций по интервалам статистического ряда и сведем их в таблицу 3.

Таблица 3 - Значения дифференциальной и интегральной функций

Интервал, мм	Закон нормального распределения		Закон распределения Вейбулла	
	$f(X)$	$F(X)$	$f(X)$	$F(X)$
8,80 – 13,11	0,038	0,040	0,022	0,014
13,11 – 17,42	0,072	0,090	0,096	0,085
17,42 – 21,73	0,106	0,190	0,137	0,198
21,73 – 26,04	0,152	0,320	0,165	0,360
26,04 – 30,35	0,169	0,480	0,169	0,510
30,35 – 34,66	0,157	0,660	0,175	0,670
34,66 – 38,97	0,123	0,790	0,110	0,790
38,97 – 43,28	0,080	0,890	0,068	0,890
43,28 – 47,59	0,042	0,950	0,037	0,950
47,59 – 51,90	0,021	0,980	0,023	0,975
51,90 – 56,21	0,008	0,990	0,012	0,992

Для характеристики теоретического закона распределения износа на рисунках 5 и 6 представлены полигон и дифференциальная функция теоретических распределений, а также кривая накопленной опытной вероятности и интегральная функция теоретических распределений, в соответствии с данными таблицы 3.

В области надежности сельскохозяйственной техники при оценке совпадения опытной информации и теоретического закона из рассматриваемых используют критерий согласия Пирсона χ^2 , при этом наиболее приемлемым окажется тот закон распределения, совпадение которого с опытным распределением характеризуется наименьшим значением расхождения. В этой связи критерий согласия Пирсона определяется уравнением вида

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n_y} \frac{(m_i - m_{Ti})^2}{m_{Ti}} \quad (21)$$

где n_y – число интервалов укрупненного статистического ряда; m_i – опытная частота в интервале; m_{Ti} – теоретическая частота в интервале.

Теоретическая частота определяется по формуле

$$m_{Ti} = N[F(X_i) - F(X_{i-1})] \quad (22)$$

где N – число точек информации, принимаем $N=96$; $F(X_i)$, $F(X_{i-1})$ – интегральная функция последующего и предыдущего интервалов статистического ряда, соответственно.

При построении укрупненного статистического ряда следует соблюдать правила $n_y > 4$ и $m_i \geq 5$, при этом допускается объединение соседних интервалов, в которых $m_i < 5$. Результаты расчетов заносим в таблицу 4.

При расчете критерия Пирсона по формуле (21) для закона нормального распределения получаем $\chi^2=12,10$, а для закона распределения Вейбулла - $\chi^2=33,50$, в связи, с чем дела-

ем вывод о том, что для закона опытного распределения износа дисков сошников более приемлем теоретический закон нормального распределения. Для подтверждения данного вывода можно определить вероятность совпадения опытных и теоретических данных по критерию Пирсона. Для этого определяем номер строки для входа в справочную таблицу по зависимости $N_{стр} = n_{\gamma} - k$, где с учетом числа интервалов укрупненного статистического ряда $n_{\gamma} = 9$ и числа обязательных связей в распределениях $k = 3$, получаем $N_{стр} = 9 - 3 = 6$ – искомый номер строки [8].

Таблица 4 - Укрупненный статистический ряд

Интервал, мм	m_i	Закон нормального распределения		Закон распределения Вейбулла	
		$F(X)$	m_{Ti}	$F(X)$	m_{Ti}
8,80 – 13,11	7	0,040	3,84	0,014	1,34
13,11 – 17,42	8	0,090	4,80	0,085	6,82
17,42 – 21,73	13	0,190	9,60	0,198	10,85
21,73 – 26,04	7	0,320	12,48	0,360	15,55
26,04 – 30,35	20	0,480	15,36	0,510	14,40
30,35 – 34,66	17	0,660	17,28	0,670	15,36
34,66 – 38,97	8	0,790	12,48	0,790	11,52
38,97 – 43,28	9	0,890	9,6	0,890	9,60
43,28 – 56,21	7	0,990	9,6	0,992	9,79

Анализ данных показывает, что значение критерия Пирсона для закона распределения Вейбулла имеет вероятность совпадения порядка $P = 10 \dots 12 \%$ и соответствует рекомендации, что косвенно подтверждает верность принятия решения о выборе закона нормального распределения для выравнивания опытной информации по износу дисков.

С целью переноса значений описательной статистики по износу дисков на аналогичные машины следует определить доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значений износа.

В нашем случае расчет ведем для закона нормального распределения на $\beta = 90 \%$ -м уровне надежности для сближения границ рассеивания при значении коэффициента Стьюдента равном $t_{\beta} = 1,67$.

В этом случае нижняя $X_{\beta}^{ниж}$ и верхняя $X_{\beta}^{вер}$ доверительные границы рассеивания одиночного показателя с учетом абсолютной ошибки e_{β} определяют по формулам:

$$X_{\beta}^{ниж} = X_{cp} - e_{\beta} = \bar{X} - t_{\beta} \sigma, \tag{23}$$

$$X_{\beta}^{вер} = X_{cp} + e_{\beta} = \bar{X} + t_{\beta} \sigma. \tag{24}$$

При подстановке имеющихся расчетных данных получаем, соответственно:

$$X_{\beta}^{ниж} = 28,58 - 1,67 \cdot 10,18 = 28,58 - 17,00 = 11,58 \text{ мм},$$

$$X_{\beta}^{вер} = 28,58 + 1,67 \cdot 10,18 = 28,58 + 17,00 = 45,58 \text{ мм}.$$

Доверительный интервал составляет

$$I_{\beta} = X_{\beta}^{вер} - X_{\beta}^{ниж} = 45,58 - 11,58 = 34,00 \text{ мм}.$$

Доверительная нижняя $X_{\beta}^{ниж}$ и верхняя $X_{\beta}^{вер}$ границы рассеивания среднего показателя с учетом среднего квадратического отклонения σ определяют по формулам:

$$\bar{X}_{\beta}^{ниж} = X_{cp} - t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \tag{25}$$

$$\bar{X}_{\beta}^{вер} = X_{cp} + t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}. \tag{26}$$

При подстановке имеющихся расчетных данных получаем, соответственно:

$$\bar{X}_{\beta}^{ниж} = 28,58 - 1,67 \frac{10,18}{\sqrt{96}} = 26,85 \text{ мм},$$

$$\bar{X}_{\beta}^{вер} = 28,58 + 1,67 \frac{10,18}{\sqrt{96}} = 30,32 \text{ мм}.$$

Доверительный интервал составляет

$$\bar{I}_{\beta} = \bar{X}_{\beta}^{вер} - \bar{X}_{\beta}^{ниж} = 30,32 - 26,85 = 3,47 \text{ мм}.$$

Наибольшая абсолютная ошибка переноса опытных характеристик показателя износа при заданной доверительной вероятности равна по значению $e_{\beta} = \pm 17,00$ мм от среднего значения. Относительная предельная ошибка составляет

$$\delta_{\beta} = \frac{\bar{X}_{\beta}^{exp} - X_{cp}}{X_{cp} - C} \cdot 100\% = \frac{30,32 - 28,58}{28,58 - 6,645} \cdot 100\% = 7,93 \%, \text{ что допустимо.}$$

На основании имеющихся данных о среднем износе дисков $X_{cp} = 28,58$ мм и их наработке $W = 700$ га можем оценить среднюю скорость износа дисков $V_{ид}$ по формуле

$$V_{ид} = \frac{X_{cp}}{W} = \frac{28,58}{700} = 0,0408 \text{ мм/га.}$$

Анализ технической документации по геометрическим параметрам дисков сошников сеялки СЗТ-3,6А показывает, что номинальный диаметр диска в соответствии с рабочим чертежом составляет 350 мм [7], поэтому с учетом имеющихся данных по износу разделим с анализируемый ряд дисков на ремонтные группы по признакам работоспособности [11, 12]. В частности, снятые с эксплуатации диски могут иметь следующие диапазоны изменения размеров (в порядке убывания диаметра дисков): 1) первая группа - диаметр от 350 до 340 мм (износ 0...10,0 мм), при этом в точке схождения дисков устанавливается дистанционное кольцо 1,7 мм, следует отметить, что при данном износе лезвия качество выполнения агротехнических требований при посеве зерновых культур остается на необходимом уровне; 2) вторая группа - диаметр от 340 до 334 мм (износ 10,0...16,0 мм), при этом в точке схождения дисков устанавливается дистанционное кольцо 1,4 мм, при данном диаметре глубина заделки семян составляет 90 % от требуемой нормы, что допустимо; 3) третья группа - диаметр от 334 до 326 мм (износ 16,0...24,0 мм), при этом в точке схождения дисков устанавливается дистанционное кольцо 1,0 мм, а минимальный диаметр принимается в качестве предельно допустимого.

Основываясь на выделенных ремонтных группах дисков, определяем процентную долю дисков относящихся к упомянутым группам: 1) первая группа - износ 0...10,0 мм имеют 3,8 % т.е. 4 диска из ряда; 2) вторая группа - износ 10,0...16,0 мм имеют 7,2 % т.е. 7 дисков из ряда; 3) третья группа - износ 16,0...24,0 мм имеют 15,2 % т.е. 15 дисков из ряда. Следовательно, группа дисков с износом более 24 мм составляет наибольшую долю 73,8% или 70 дисков из 96, для которых необходимо применять выбраковку или разрабатывать специфический технологический процесс восстановления. Полученные данные показывают, что столь непродолжительный период эксплуатации в 2 года или выработка 700 га практически приводит к выходу из строя комплекта дисков сошников, а значит существенно влияет на работоспособность всей сеялки.

В процессе анализа видов, причин и проявлений дефектов дисков сошников проведена оценка механических свойств 10 дисков из 96, снятых с эксплуатации, отобранных по признакам сочетания разнообразных дефектов (рисунок 2, а, б). Измерение твердости проводили на твердомере ТР-5006 по шкале Роквелла с использованием специально сконструированного приспособления для установки и фиксации дисков при измерениях на основании схемы разметки по рисунку 2, в. Полученные результаты измерений с учетом значительного разброса значений твердости и удаления грубых промахов представлены в таблице 5.

Замеры проводились на 10 дисках, но лишь на 4 дисках получены достоверные и воспроизводимые данные по твердости со следующими характеристиками описательной статистики: среднее значение - 30,65 HRC, среднее квадратическое отклонение - 6,08 HRC, минимальное значение 5,0 HRC, максимальное значение - 48,5 HRC, размах - 43,5 HRC, эмпирическая дисперсия случайной величины - 32,35 HRC², коэффициент вариации - 0,198, что свидетельствует о приближении опытного распределения к теоретическому закону нормального распределения.

Анализ опытных данных показывает, что рассеивание среднего значения твердости составляет порядка 60%, размах значений в пределах 100% от уровня максимальной твердости в пределах одного диска. Причинами такой неравномерности механических свойств

можно считать: низкое качество исходного материала (борсодержащие стали, стали 45 и 65Г), технологический дефект термической обработки и нарушение условий эксплуатации.

Таблица 5 - Твердость лезвий дисков снятых с эксплуатации, HRC

α, град		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°	Среднее
Диск 1	1 замер	42,0	23,0	38,0	41,5	10,5	28,5	36,5	40,0	42,0	33,6
	2 замер	41,5	25,0	42,0	41,5	7,5	21,0	35,0	40,0	41,5	32,7
	3 замер	43,0	21,0	42,5	41,0	10,0	21,5	38,0	40,5	43,0	28,6
	Среднее	42,2	23,0	40,8	41,3	9,3	23,7	36,5	40,2	42,2	31,6
Диск 2	1 замер	8,0	42,0	38,0	16,0	8,0	48,5	45	5,0	8,0	24,3
	2 замер	8,0	29,5	39,0	18,0	9,0	46,5	46	7,0	8,0	23,4
	3 замер	7,5	44,5	39,0	16,5	9,0	44,5	46,5	6,5	7,5	24,1
	Среднее	7,8	38,7	38,7	16,8	8,7	46,5	45,8	6,2	7,8	26,1
Диск 3	1 замер	37,0	30,0	38,0	36,0	34,0	6,0	39,0	31,0	37,0	32,0
	2 замер	27,0	37,0	38,5	38,0	33,5	33,5	37,0	30,0	27,0	33,5
	3 замер	26,0	37,5	39,0	39,0	33,0	33,0	38,0	28,0	26,0	33,3
	Среднее	30,0	34,8	38,5	37,7	33,5	24,2	38,0	29,7	30,0	32,9
Диск 4	1 замер	34,0	36,0	24,0	28,0	34,0	37,0	25,0	23,0	34,0	30,5
	2 замер	37,0	37,5	44,5	24,0	35,0	37,5	25,0	20,0	37,0	33,1
	3 замер	36,0	37,0	35,0	26,0	36,0	37,0	23,0	25,0	36,0	32,3
	Среднее	35,7	36,8	34,5	26,0	35,0	37,2	24,3	22,7	35,7	32,0

В качестве примера с целью разработки мероприятий по обеспечению работоспособности дисковых сошников сеялок СЗТ-3,6А, на основании выделенных выше ремонтных групп, составим схему назначения ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ) в соответствии со схемой технологического процесса восстановления дисков (рисунок 7) [9, 10, 13].

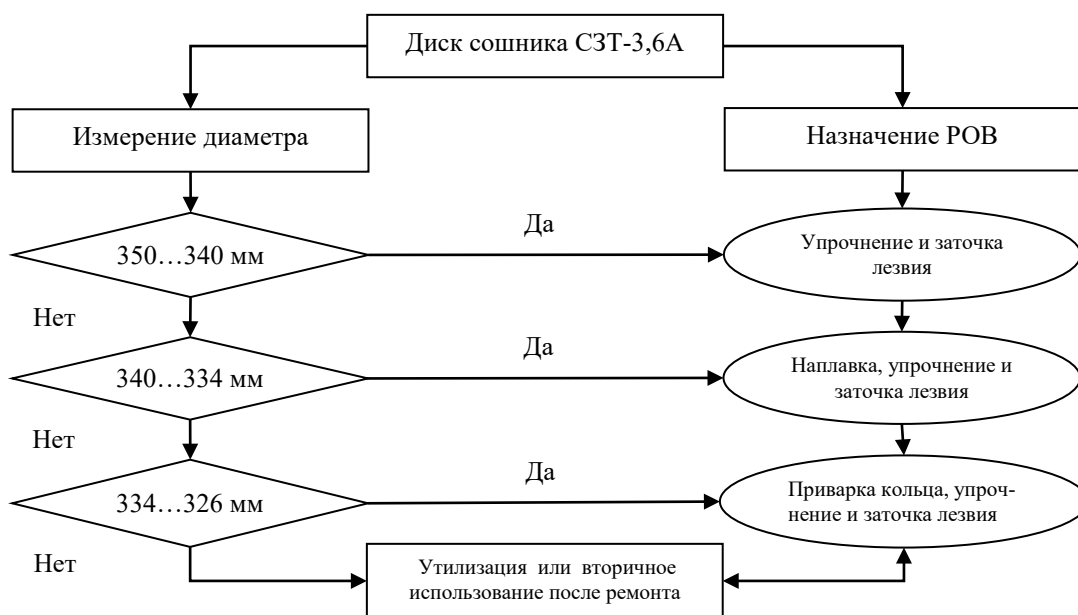


Рис. 7 - Алгоритм назначения РОВ в зависимости от износа диаметра диска

Выводы. На основании обобщения результатов представленных в статье можно сделать следующие выводы.

1. Проведены эксплуатационные наблюдения двух сеялок СЗТ-3,6А со сроком службы 2 года, которые выполнили объем работ по 700 га. В процессе проведены оценки геометрических параметров по выборке 96 дисков и механических свойств материала на примере 10 дисков.

2. Статистическая обработка ряда износа дисков позволила получить следующие результаты: среднее значение износа – 28,58 мм, среднее квадратическое отклонение – 10,18 мм, коэффициент вариации – 0,464.

Опытный ряд совпадает с теоретическим законом нормального распределения на основании критерия Пирсона при удовлетворительной вероятности совпадения более 10% и относительной ошибке переноса около 8%.

3. Анализ экспериментальных данных при оценке механических свойств материала дисков по твердости в зоне лезвия показал значительный разброс результатов, что объясняет разнообразие дефектов и неравномерность механических свойств.

4. На основе сопоставления технического состояния дисков и агротехнических требований к посеву зерновых и травяных культур выделены три ремонтные группы дисков, снятых с эксплуатации, для которых составлен алгоритм назначения ремонтно-обслуживающих воздействий.

Библиография

5. Голубев И.Г., Лялякин В.П. Перспективы восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2016. №4. С.30–34.

6. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Оценка износа крестовин шарниров типа CR115, применяемых в тракторах John Deere // Труды ГОСНИТИ. 2017. Т.126. С. 14-21.

7. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 3. С.30-32.

8. Ерохин М.Н., Казанцев С.П., Чупятлов Н.Н. Способы модифицирования поверхностей трения деталей машин: монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. 140 с.

9. Михальченко А.М., Тюрева А.А., Синяя Н.В. Статистический анализ износов дисков дисковых орудий // Техника и оборудование для села. 2016. №7. С.42–45.

10. Шовкопляс А.В. Анализ причин изнашивания дисковых рабочих органов и моделей изменения свойств почвы под их действием // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. №3. С. 1-8.

11. Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий: учебное пособие. Челябинск: ЧГАА, 2010. 203 с.

12. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.

13. 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.

14. Волков М.И. Оценка работоспособности сеялки СЗ-3,6А // В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции «Молодёжный аграрный форум – 2018» (20–24 марта 2018 г.): в 2 т. Том 1. Белгород, 2018. Издательство Белгородского ГАУ. С. 106-107.

15. Волков М.И., Пастухов А.Г. 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.

16. Волков М.И., Пастухов А.Г. Технико-экономическая оценка технологического процесса восстановления дисков сошников сеялки СЗТ-3,6А // В сборнике: Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года): в 2 т. Том 1. п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 167-169.

17. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования: учеб. пособие / И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузырьков, В.М. Корнеев [и др.]. М.: ИНФРА-М, 2018. 346 с.

References

1. Golubev I.G., Lyalyakin V.P. Perspektivy vosstanovleniya detalej selskoxozyajstvennoj texniki [Prospects of restoration of details of agricultural technology] // Machinery and equipment for the village. 2016. №4. P. 30 – 34.

2. Erokhin M. N., Pastukhov A. G., Timashov E. P. Ocenka iznosa krestovin sharnirov tipa CR115, primenyayemyh v traktorah John Deere [Evaluation of wear frogs hinges type CR 115 used John Deere tractors] // Proceedings of GOSNITI. 2017. T. 126. P. 14-21.

3. Leonov O.A., Bondareva G.I., Shkaruba N.W., Vergasova Yu.G. Kachestvo sel'skoxozyajstvennoj tekhniki i kontrol' pri ee proizvodstve i remonte [Quality farm equipment and control its manufacture and repair] // Tractors and selhozmashin. 2016. No 3. P. 30-32.

4. Erokhin M. N., Kazantsev S. P., Chupyatov N. N. Sposoby modifitsirovaniya poverhnostej treniya detalej mashin [Methods of modifying friction surfaces of machine parts]: monograf. M.: Publishing RGAU-ICCA them. K. A. Timiryazev, 2014. 140 p.

5. Mikhalkhenkov A.M., Turaeva A.A., Sinaya N.V. Statisticheskij analiz iznosov diskov diskovykh orudij [Statistical analysis of the wear disc guns] // Machinery and equipment for the village. 2016. №7. P. 42–45.

6. Shovkoplyas A.V. Analiz prichin iznashivaniya diskovykh rabochix organov i modelej izmeneniya svoystv pochvy pod ix dejstviem [Analysis of the causes of wear of disk working bodies and models of changes in soil properties under their action] // Bulletin of science and education of the North-West of Russia. 2015. No 3. P. 1-8.

7. Blednyh V.V. Ustrojstvo, raschet i proektirovanie pochvoobrabatyvayushchih orudij [Device, calculation and design of tillage tools]: textbook. CHelyabinsk: CHGAA, 2010. 203 p.

8. Nadezhnost i remont mashin [Reliability and repair of machines] / V. V. Kurchatkin, N. F. Telnov, K. A. Achkasov, etc.; Edited by V.V. Kurchatkin. M.: Kolos, 2000. 776 p.

9. Volkov M.I. Ocenka texnicheskogo sostoyaniya seyalki SZ-3,6A po iznosu diskov [Assessment of the technical condition of the SZ-3,6A seeder for disc wear] // In the collection: Operation of automotive and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects: collection of articles of the III International scientific and practical conference. -Penza: RIO PGAU, 2017. – P. 21-25.
10. Volkov M.I., Pastukhov A.G. Ocenka rabotosposobnosti seyalki SZ-3,6A [Evaluation of the efficiency of the seeder SZ-3,6A] // In the book: materials of the international scientific conference "agricultural forum of Youth – 2018". (20-24 March 2018): in volume 1, volume 2. Belgorod, 2018. Publishing house of the Belgorod SAU. – P. 106-107.
11. Volkov M.I., Pastukhov A.G. Razrabotka tekhnologicheskogo processa vosstanovleniya diskovy`x soshnikov [Development of technological process of restoration of disk coulters] // In the collection: Problems of development of technologies of creation, service and use of technical means in agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference (Russia, Voronezh, November 15-16, 2017). Part I. Voronezh: Voronezh SAU, 2017. P. 69-74.
12. Volkov M.I., Pastukhov A.G. Texniko-ekonomicheskaya ocenka tekhnologicheskogo processa vosstanovleniya diskov soshnikov seyalki SZT-3,6A [Technical and economic assessment of technological process of restoration of disks of coulters of a seeder SZT-3,6A] // In the collection: Materials of the XXII international scientific and production conference "Organic agriculture: problems and prospects" (may 28-29, 2018): in 2 t. Volume 1. p. Maysky: Publishing house of Belgorod SAU, 2018. P. 167-169.
13. Tekhnologicheskie processy v tekhnicheskoy servise mashin i oborudovaniya [Technological processes in the technical service of machinery and equipment]: studies manual / I.N. Kravchenko, A.F. Puzriakov, V.M. Korneev [and others]. Moscow: INFRA-M, 2018. 346 p.

Сведения об авторах

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, 10, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

Кравченко Игорь Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Россия, 127550, тел.: +7 (985) 994-02-20, e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru.

Волков Михаил Иванович, аспирант 1 года обучения, инженерный факультет, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, 10, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8-980-525-13-26, E-mail: volkov.mikhail2017@yandex.ru

Information about authors

Pastukhov Alexander Gennadievich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical mechanics and machine design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova 10, Maisky, Belgorod region, Russia, 308503, tel. e-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

Kravchenko Igor Nikolaevich, doctor of technical sciences, professor of the department of technical service of machinery and equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy», Timiryazevskaya Str., 49, 127550, Moscow, Russian Federation, tel. +7 (985) 994-02-20, e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru.

Volkov Mikhail Ivanovich, post-graduate student of 1 year of study, engineering faculty, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova 10, 308503, Maisky, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-980-525-13-26 e-mail: volkov.mikhail2017@yandex.ru

УДК 631.171

Р.С. Сингатулин, А.В. Сапрыка

АНАЛИЗ ВЫХОДНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. Для обеспечения эффективности электротехнологий с применением энергии электромагнитного поля высоких и сверхвысоких частот необходимо учитывать электрофизические параметры веществ и их диэлектрические характеристики. Это связано с особенностями учета влияния среды на распространение электромагнитных волн в диэлектрических средах. В настоящее время при измерении диэлектрических параметров веществ используют диэлькометрические измерительные системы. Поэтому при создании диэлькометра для исследования диэлектрических свойств биологических объектов в широком спектре частот, к источникам электромагнитных колебаний предъявляются высокие требования по стабильности частоты, скорости перестройки частоты в заданных пределах, спектральной частоте выходных колебаний. Рассмотрены структурные схемы диэлькометрических систем и влияние неидеальности элементов фазовой автоподстройки частоты источника электромагнитных колебаний на спектральные характеристики выходного сигнала, а также влияния нелинейных искажений от основных элементов фазовой автоподстройки частоты источников электромагнитных колебаний. На основе структурных схем диэлькометрических систем предложена модель и методика расчета с использованием рядов Вольтерра, позволяющая получить численные данные, как для спектральных плотностей мощности фазовых флуктуаций, так и для дискретных составляющих спектра выходного сигнала. Выполнен анализ выходных спектральных характеристик источника ЭМК диэлькометрической системы с учетом нелинейного характера петли фазовой автоподстройки частоты. Рассматривается также нелинейная динамика системы фазовой автоподстройки частоты с одновременным учетом неидеальности ее фазового детектора, усилителя обратной связи и управляющего элемента. Показано, что суммарное влияние неидеальности отдельных элементов кольца фазовой автоподстройки частоты на нелинейную динамику системы автоподстройки возрастает, благодаря существованию взаимного влияния нелинейных процессов этих элементов. Приводится оценка влияния нелинейности характеристик элементов сложных комбинированных систем синхронизации источника электромагнитных колебаний на качество их функционирования.

Ключевые слова: источник электромагнитных колебаний, фазовая автоподстройка частоты, нелинейные искажения, кольцо фазовой автоподстройки, фазовые шумы.

ANALYSIS OF THE OUTPUT SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE SOURCE OF ELECTROMAGNETIC VIBRATIONS OF THE DIALOMETRIC SYSTEM FOR DISTANCE MEASUREMENT OF DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL OBJECTS

Abstract. To ensure the effectiveness of electrical technologies using the energy of the electromagnetic field of high and ultrahigh frequencies, it is necessary to take into account the electrophysical parameters of substances and their dielectric characteristics. This is due to the peculiarities of taking into account the influence of the medium on the propagation of electromagnetic waves in dielectric media. Currently, when measuring the dielectric parameters of substances, dielectric measuring systems are used. Therefore, when creating a dielectric meter to study the dielectric properties of biological objects in a wide range of frequencies, high demands are placed on electromagnetic oscillation sources on frequency stability, frequency tuning speed within specified limits, and spectral frequency of output oscillations. Structural diagrams of dielectric systems and the influence of the idleness of the elements of the phase-locked loop of the source of electromagnetic oscillations on the spectral characteristics of the output signal, as well as the influence of nonlinear distortions from the basic elements of the phase-locked loop of the sources of electromagnetic oscillations are considered. Based on the block diagrams of dielectric systems, a model and calculation method using Volterra series is proposed, which allows obtaining numerical data for both the spectral power densities of phase fluctuations and the discrete components of the output signal spectrum. The analysis of the output spectral characteristics of the EMC source of a dielectric-metric system is performed, taking into account the nonlinear nature of the phase-locked loop of the frequency. The nonlinear dynamics of the phase-locked loop system with simultaneous consideration of the non-ideality of its phase detector, feedback amplifier and control element is also considered. It is shown that the total influence of the non-ideality of individual elements of the phase-locked loop on the non-linear dynamics of the automatic-tuning system increases, thanks to the existence of the mutual influence of the non-linear processes of these elements. An assessment is made of the influence of the non-linearity of the characteristics of the elements of complex combined synchronization systems of the source of electromagnetic oscillations on the quality of their functioning.

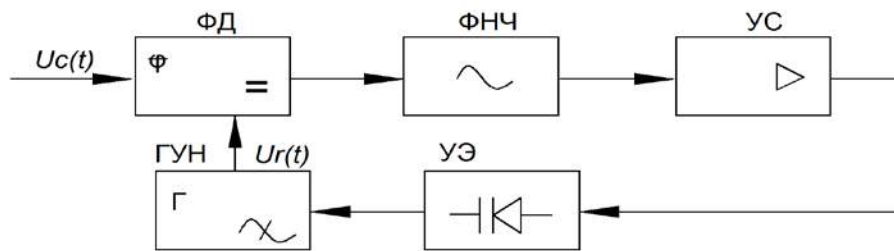
Keywords: source of electromagnetic oscillations, phase-locked loop, nonlinear distortion, phase-locked ring, phase noise.

Введение. Для обеспечения эффективности электротехнологий с применением энергии электромагнитного поля высоких и сверхвысоких частот [1-3] необходимо учитывать электрофизические параметры веществ и их диэлектрические характеристики. Это связано с особенностями учета влияния среды на распространение электромагнитных волн в диэлектрических средах [4-7]. В настоящее время при измерении диэлектрических параметров веществ используют диэлькометрические измерительные системы. Отметим, что существенное влияние на характеристики диэлькометрических систем оказывают источники электромагнитных колебаний (ЭМК). Поэтому при создании диэлькометра для исследования диэлектрических свойств биологических объектов в широком спектре частот, к источникам электромагнитных колебаний предъявляются высокие требования по следующим параметрам: стабильность частоты, скорость перестройки частоты в заданных пределах, спектральная частота выходных колебаний [8].

В данной статье выполнен анализ выходных спектральных характеристик источника электромагнитных колебаний, с целью обеспечения точности дистанционного измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов в свободном пространстве диэлькометрическими системами.

Основные результаты. Необходимость проведения исследования влияния неидеальности элементов системы фазовой автоподстройки частоты на спектральные характеристики выходного сигнала обусловлена внешними и внутренними помехами, оказывающими непосредственное влияние на спектральные характеристики источника электромагнитных колебаний [9-11].

Основные элементы систем фазовой автоподстройки частоты источников ЭМК (фазовые детекторы, усилители обратной связи и управляющие элементы) в известных публикациях рассматриваются как идеальные (рисунок 1) [9-12].



ФД – фазовый детектор; ФНЧ – фильтр нижних частот; УС – усилитель обратной связи; ГУН – генератор управляемый напряжением; УЭ – управляющий элемент

Рис. 1 - Структурная схема системы ФАПЧ

В качестве примера можно привести идеализированную модель ФД, которую представляют чаще всего как идеальный умножитель, имеющий на выходе ФНЧ. В реальности, умножители как радиоэлементы, имеют узкий линейный динамический диапазон. За пределами этого диапазона нужно принимать во внимание влияние нелинейных искажений.

Для того, чтобы можно было учесть влияния нелинейных искажений реального умножителя, выходной сигнал представить как двойной ряд Вольтерра от опорного сигнала и принимаемого сигнала [13]

$$Z(f_1, f_2, \dots, f'_1, f'_2, \dots) = \sum_{\substack{i, j=0 \\ i=j=0}}^{\infty} H_{ij}(f_1, \dots, f_i, f'_1, \dots, f'_j) \prod_{k=1}^i X(f_k) \prod_{e=1}^j Y(f'_e), \quad (1)$$

где f'_k, f'_e - это аргументы многомерного преобразования Фурье; H_{ij} - нелинейная передаточная функция реального перемножителя.

Запишем выражение, которое описывает полезную составляющую выходного сигнала ФДZ_n:

$$Z_n(f_1, -f_1') = H_{11}(f_1, -f_1') X(f_1) Y(-f_1'). \quad (2)$$

Определим величину Z_n по следующей формуле:

$$Z_H(f_1, f_2, \dots, f_1', f_2', \dots) = Z(f_1, f_2, \dots, f_1', f_2', \dots) - Z_{\Pi}(f_1, -f_1'). \quad (3)$$

Степень неидеальности реального ФД можно определять данной величиной Z_n (количественная характеристика). Выходной сигнал неидеального ФД описывается приближенно следующим выражением:

$$\begin{aligned} Z = Z_{\Pi} + Z_H \cong & H_{11}(f_1, -f_1') X(f_1) Y(-f_1') + H_{31}(f_1, f_1, -f_1, -f_1') \cdot \\ & \cdot X(f_1) X(f_1) X(-f_1) + H_{13}(f_1, -f_1', -f_1', f_1') X(f_1) Y(-f_1') Y(-f_1') \cdot \\ & \cdot Y(f_1') + H_{22}(f_1, f_1 - f_1', -f_1') X(f_1) X(f_1) Y(-f_1') Y(-f_1'), \end{aligned} \quad (4)$$

где f_1, f_1' - средняя частота входного сигнала и опорного колебаний. При этом полагаем, что $f_1 \cong f_1'$.

При этом необходимо учесть фильтрующие свойства умножителя ФНЧ, который стоит на выходе. Исходя из этого, характеристика неидеального ФД имеет следующий вид:

$$u_{\text{ВЫХФДреал}} \cong \sin \Delta \phi + (K_{31} + K_{13}) \sin \Delta \phi + K_{22} \sin 2 \Delta \phi, \quad (5)$$

где K_{31}, K_{13} и K_{32} - величины, которые характеризуют динамический диапазон ФД и могут определяться следующими отношениями:

$$\left| \frac{H_{31}(\cdot)}{H_{11}(\cdot)} \right|, \left| \frac{H_{13}(\cdot)}{H_{11}(\cdot)} \right| \text{ и } \left| \frac{H_{22}(\cdot)}{H_{11}(\cdot)} \right| \text{ соответственно.}$$

Исходя из того, что искажения сигнала систематические и могут быть скорректированы, то полагаем, что величины $H_{11}(\cdot), H_{31}(\cdot), H_{13}(\cdot), H_{22}(\cdot)$ не будут давать собственных фазовых искажений.

Таким же образом учитываем неидеальность усилителя обратной связи. На выходе данного усилителя, даже при условии неискаженного выходного сигнала ФД (при $u_{\text{ВЫХФД}} = u_{\text{ВЫХФДуг}} = \sin \Delta \phi$) имеем:

$$U \cong \mu \{ u_{\text{ВЫХФД}} \} = \mu_1 \sin \Delta \phi + \mu_2 \sin 2 \Delta \phi + \mu_3' \sin \Delta \phi + \mu_3'' \sin 3 \Delta \phi \quad (6)$$

где U - сигнал на выходе усилителя обратной связи;

$\mu(\cdot)$ - оператор, который характеризует работу усилителя обратной связи;

μ_1 - коэффициент передачи усилителя обратной связи;

μ_i - коэффициент, который характеризует динамический диапазон усилителя обратной связи по нелинейным искажениям i -го порядка ($i \geq 2$).

Такого же рода результаты получаются и при учете нелинейности регулировочной характеристики УЭ. Описать выходной сигнал данного УЭ можно следующим выражением:

$$\omega \cong \phi \{ U \} = \phi_1 \mu_1 \sin \Delta \phi + \phi_2 \mu_1^2 \sin 2 \Delta \phi + \phi_3' \mu_1^3 \sin \Delta \phi + \phi_3'' \mu_1^3 \sin 3 \Delta \phi, \quad (7)$$

где $\phi(\cdot)$ - оператор, который характеризует УЭ;

φ_j – коэффициенты, которые описывают динамический диапазон УЭ по нелинейным искажениям;

φ_1 – линейный коэффициент преобразования УЭ.

В этом случае, как и в формуле (6) предполагается, что $U = U_{иг} = \mu_1 \sin \Delta\phi$.

Чтобы охарактеризовать нелинейную динамику системы ФАПЧ, и при этом учесть неидеальности ее ФД, УС и УЭ, необходимо записать дифференциальное уравнение.

$$p\Delta\phi + \Omega_y K(p) \left[(1 + \alpha'_3) \sin \Delta\phi + \alpha_2 \sin 2\Delta\phi + \alpha_3'' \sin 3\Delta\phi \right] = \dot{x}, \quad (8)$$

где $\dot{x} = x(t)$ - шумы на входе системы ФАПЧ;

p – комплексная переменная;

α_p - коэффициент, который учитывает неидеальность ФД, УС и УЭ одновременно;

$K(p)$ – передаточная функция линейного фильтра обратной связи;

Ω_y – полоса удержания системы ФАПЧ.

Необходимо учесть, что минимальный из динамических диапазонов отдельных элементов каскадного соединения будет больше ширины линейного динамического диапазона этого соединения. В итоге, суммарное воздействие неидеальности отдельных элементов кольца ФАПЧ на нелинейную динамику системы автоподстройки возрастает, благодаря существованию взаимного влияния нелинейных процессов этих элементов. Исходя из этого, при проведении количественного анализа нужно пользоваться точными соотношениями для определения ядер Вольтерра многокаскадного соединения нелинейных инерционных устройств [13, 14].

Разлагая нелинейные функции $\sin(\cdot)$ в ряд Тейлора и, ограничиваясь первыми двумя членами этого ряда, подставим в выражение (8). Записав, затем ряд Вольтерра для величины $\Delta\phi$ и приравнивая члены, содержащие X в одинаковой степени, получим следующие выражения для нелинейных передаточных функций G_l первых трех порядков ($l = 1, 2, 3$) исследуемой системы ФАПЧ с идеальными элементами:

$$G_1(p_1) = \frac{1}{p_1 + \Omega_y K(p_1) [1 + \alpha'_3 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3'']}, \quad (9)$$

$$G_2(p_1, p_2) = 0, \quad (10)$$

$$G_3(p_1, p_2, p_3) = \frac{\frac{1}{3i} \Omega_y K(S_1 + S_2 + S_3) [1 + \alpha'_3 + 8\alpha_2 + 27\alpha_3'']}{(p_1 + p_2 + p_3) + \Omega_y K(p_1 + p_2 + p_3) [1 + \alpha'_3 + 2\alpha_2 + 3\alpha_3'']} \cdot \prod_{i=1}^3 G_i(p_i), \quad (11)$$

где p_i – аргументы многомерного преобразования Лапласа ($i = 1, 2, 3$).

Анализируя полученные соотношения можно сделать вывод о том, что неидеальность элементов кольца ФАПЧ оказывает большое влияние на нелинейную динамику данных систем, происходит возрастание «веса» нелинейных составляющих в выходном сигнале системы ФАПЧ. Такое влияние оказывается в особенности большим при достаточно малых значениях отношения сигнал/шум (при слабом сигнале). Также возрастание данного влияния происходит при присутствии внешних мощных составляющих или широкополосных шумов.

В правой части уравнения, которое описывают работу внутреннего кольца ФАП с синусоидальной нелинейностью, необходимо учесть влияния, создаваемые нелинейными компонентами сигнала внешнего кольца синхронизации, которые поступает на вход ФД внутреннего кольца ФАП.

Эти действия необходимы для оценки влияния нелинейности характеристик элементов сложных комбинированных систем синхронизации на качество их функционирования:

$$p\phi + \Omega_y K(p) \sin \phi = \dot{x} \tag{12}$$

где p - аргумент преобразования Лапласа;

ϕ – поступающие на входы ФД разновидности фаз сигналов;

Ω_y - полоса удержания внутреннего кольца ФАП;

$K(p)$ - передаточная функция фильтра схемы ФАП;

$\dot{x} = x(t)$ - внешние, возмущения (относительно внутреннего кольца ФАП).

$$x = \sum_{n=1}^{\infty} G_n(p_1, \dots, p_n) \prod_{i=1}^n y(p_i) \cong G_1(p_1) y(p_1) + G_3(p_1, p_2, p_3) \prod_{i=1}^3 y(p_i) \tag{13}$$

где $G_n(\cdot)$ - нелинейная передаточная функция;

p_i - аргумент многомерного преобразования Лапласа;

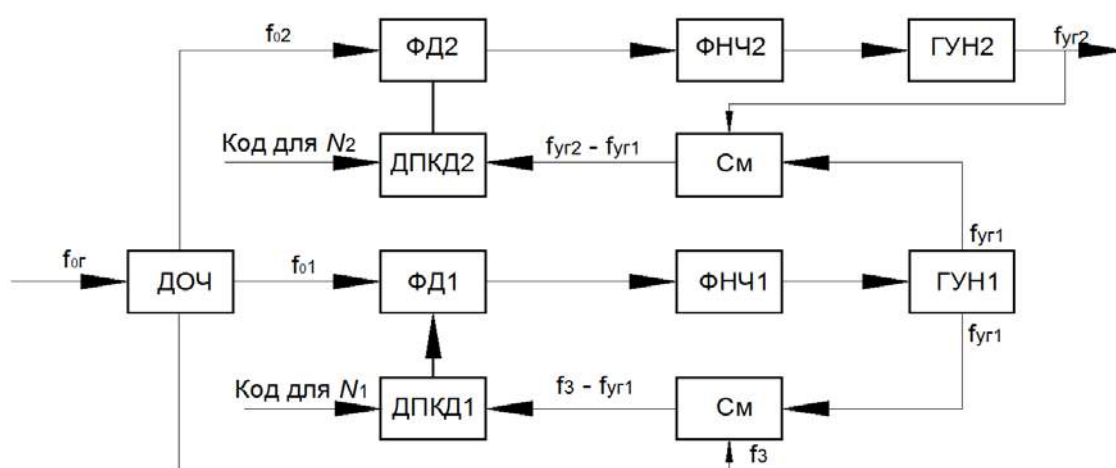
y – внешние возмущения (относительно системы синхронизации в целом а, следовательно, и относительно её внешнего кольца АПЧ).

Выражения для ядер Вольterra первых трех порядков, которые описывают нелинейную динамику двухкольцевой системы синхронизации (рисунок 2), можно получить, исходя из уравнения (12), при этом учитывая выражение (13):

$$H_1(p_1) = \frac{G_1(p_1)}{p_1 + \Omega_y K(p_1)}, \tag{14}$$

$$H_2(p_1, p_2) = 0, \tag{15}$$

$$H_3(p_1, p_2, p_3) = \frac{G_3(p_1, p_2, p_3) + \frac{1}{3i} \Omega_y K(p_1 + p_2 + p_3) \prod_{i=1}^3 \frac{G_i(p_i)}{p_i + \Omega_y K(p_i)}}{(p_1 + p_2 + p_3) + \Omega_y K(p_1 + p_2 + p_3)} \tag{16}$$



ФД1 и ФД2 – фазовые детекторы первого и второго колец ФАПЧ; ФНЧ1 ФНЧ2 – фильтры нижних частот первого и второго колец ФАПЧ; УС – усилитель обратной связи; ГУН1 и ГУН2 – генераторы управляемые напряжением первого и второго колец ФАПЧ; ДПКД1 и ДПКД2 – делитель с переменным коэффициентом деления первого и второго колец ФАПЧ; См – смеситель частот; ДОЧ – датчик опорных частот

Рис. 2 - Структурная схема двухкольцевой системы синхронизации

Для трехкольцевых сложных комбинированных систем синхронизации, нелинейные передаточные функции можно получить аналогично.

Проанализировав соотношения (14), (16), можно сделать вывод о том, что увеличивая число колец АПЧ в сложной комбинированной системе синхронизации, совершается «накапливание» нелинейных компонентов a , значит, снижается точность синхронизации. Анализ нелинейных явлений в изолированных кольцах ФАПЧ не достаточен, чтобы увеличить реальную эффективность сложных комбинированных систем синтеза частот диэлькометрической системы. Поэтому необходим наиболее полный учет взаимовлияний между схемами захвата и удержания сигналов.

При этом спектр выходного сигнала $\varphi(t)$ нелинейной динамической системы, которые описывается совокупностью N ядер Вольтерра в операторной форме вида $H_n(p_1, \dots, p_n)$, может быть записан как:

$$\Phi(p) = \sum_{n=1}^N A \left\{ H_n(p_1, \dots, p_n) \prod_{i=1}^n X(p_i) \right\} \text{ при } p = j\omega, \quad (17)$$

где A – оператор приведения к одной переменной.

Подставив полученные соотношения в уравнение (1) можно получить численные оценки значения спектральной плотности мощности фазовых флуктуаций на выходе системы ФАПЧ, исследовать её динамические характеристики и на этой основе получить необходимые расчетные соотношения при разработке и проектировании синтезатора сетки частот возбудителей диэлькометрических систем, используемых для исследования биологических объектов.

Выводы. На основе структурных схем диэлькометрических систем для дистанционного измерения диэлектрических характеристик биологических объектов предложена модель и методика расчета с использованием рядов Вольтерра, позволяющая получить численные данные, как для спектральных плотностей мощности фазовых флуктуаций, так и для дискретных составляющих спектра выходного сигнала. Выполнен анализ выходных спектральных характеристик источника ЭМК диэлькометрической системы с учетом нелинейного характера петли фазовой автоподстройки частоты.

Библиография

1. Вендин С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. №1(1). С.4-10.
2. Вендин С.В. Регрессионный анализ влияния удельной СВЧ мощности и экспозиции, скорости и конечной температуры нагрева на предпосевную обработку семян пшеницы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. №2(6). С.9-13.
3. Вендин С.В. Результаты экспериментальных исследований по предпосевной обработке семян пшеницы электромагнитным полем // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. №1(16). С.73-77.
4. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ-обработки семян в слое // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. №2(10). С.3-11.
5. Вендин С.В. К решению задачи взаимодействия электромагнитной волны с многослойным сферическим диэлектрическим объектом // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №5(10). С.216-220.
6. Вендин С.В., Трубаев П.А. К расчету напряженностей электромагнитного поля при СВЧ обработке диэлектрических плоскостойких объектов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С.215-218.
7. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян. Монография. М.: ЦКБ «Бибком», 2015. 137 с. ISBN-online 978-5-905563-38-6.
8. Сапрыка А.В., Сингатулин Р.С. Анализ методов и технических средств для дистанционного измерения диэлектрических параметров в биологических объектах // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. №1(17). С.59-67.
9. Кочемасов В.Н., Белов Л.А., Окочешников В.С. Формирование сигналов с линейной частотной модуляцией. М.: Радио и связь, 1983. 190 с.
10. Пупков К.А., Капалин В.И., Ющенко А.С. Функциональные ряды в теории нелинейных систем. М.: Наука, 1978. 448 с.
11. Шапиро Д.Н., Паин А.А. Основы теории синтеза частот. М.: Радио и связь, 1981. 264 с.

12. Губернаторов О.И., Соколов Ю.Н. Цифровые синтезаторы частот радиотехнических систем. Л.: Энергия, 1973. 176 с.
13. Галин А.С. Диапазонно-кварцевая стабилизация СВЧ. М.: Связь, 1976. 256 с.
14. Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Системы фазовой автоподстройки с элементами дискретизации. М.: Энергия, 1979. 224 с.

References

1. Vendin S.V. Eksperimental'nyye issledovaniya predposevnoy obrabotki semyan pshenitsy elektromagnitnym polem SVCH [Experimental studies of pre-sowing treatment of wheat seeds with microwave electromagnetic field] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2014. №1(1). P. 4-10.
2. Vendin S.V. Regressionnyy analiz vliyaniya udel'noy SVCH moshchnosti i ekspozitsii, skorosti i konechnoy temperatury nagreva na predposevnyuyu obrabotku semyan pshenitsy [Regression analysis of the influence of specific microwave power and exposure, speed and final heating temperature on pre-sowing treatment of wheat seeds] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2015. №2(6). P. 9-13.
3. Vendin S.V. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy po predposevnoy obrabotke semyan pshenitsy elektromagnitnym polem [The results of experimental studies on presowing treatment of wheat seeds with an electromagnetic field] // Agriculture Innovation. 2016. №1(16). P. 73-77.
4. Vendin S.V. Tekhnologicheskiye priemy SVCH-obrabotki semyan v sloye [Technological methods for microwave treatment of seeds in the layer] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2016. №2(10). P. 3-11.
5. Vendin S.V. K resheniyu zadachi vzaimodeystviya elektromagnitnoy volny s mnogosloynym sfericheskim dielektricheskim ob'yektom [To solving the problem of the interaction of an electromagnetic wave with a multilayer spherical dielectric object] // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2013. №5(10). P. 216-220.
6. Vendin S.V., Trubayev P.A. K raschetu napryazhennostey elektromagnitnogo polya pri SVCH obrabotke dielektricheskikh ploskosloistnykh ob'yektov [To the calculation of electromagnetic field strengths during microwave processing of dielectric plane-layered objects] // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2013. №6. P. 215-218.
7. Vendin S.V. Teoriya i matematicheskiye metody analiza elektrodinamiki protsessov SVCH obrabotki semyan. Monografiya. [Theory and mathematical methods for the analysis of electro-dynamics of microwave processing of seeds] M.: TSKB «Bibkom», 2015. 137 p. ISBN-online 978-5-905563-38-6.
8. Sapryka A.V., Singatulin R.S. Analiz metodov i tekhnicheskikh sredstv dlya distantsionnogo izmereniya dielektricheskikh parametrov v biologicheskikh ob'yektakh [Analysis of methods and technical means for remote measurement of dielectric parameters in biological objects] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2018. №1(17). P. 59-67.
9. Kochemasov V.N., Belov L.A., Okoneshnikov V.S. Formirovaniye signalov s lineynoy chastotnoy modulyatsiyey [Signal generation with linear frequency modulation.] M.: Radio and communication, 1983. 190 p.
10. Pupkov K.A., Kapalin V.I., Yushchenko A.S. Funktsional'nyye ryady v teorii nelineynykh sistem [Functional series in the theory of nonlinear systems] M.: Science, 1978. 448 p.
11. Shapiro D.N., Pain A.A. Osnovy teorii sinteza chastot [Fundamentals of the theory of frequency synthesis] M.: Radio and communication, 1981. 264 p.
12. Gubernatorov O.I., Sokolov YU.N. Tsifrovyye sintezatory chastot radiotekhnicheskikh sistem [Digital frequency synthesizers of radio systems] L.: Energy, 1973. 176 p.
13. Galin A.S. Diapazonno-kvartsevaya stabilizatsiya SVCH [Microwave quartz stabilization] M.: Communication, 1976. 256 p.
14. Shakhgil'dyan V.V., Lyakhovkin A.A. Sistemy fazovoy avtopodstroyki s elementami diskretizatsii [Phase Locking Systems with Sample Elements] M.: Energy, 1979. 224 p.

Сведения об авторах

Сингатулин Роман Сергеевич, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и автоматики, ФГБОУ ВПО Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, Россия, 308012, тел. +7 905 679-13-02, e-mail: roma882007@yandex.ru.

Сапрыка Александр Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры электроэнергетики и автоматики, ФГБОУ ВПО Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, Россия, 308012, +7 961 164-82-58 e-mail: a_sapryka@mail.ru

Information about authors

Singatulin Roman Sergeevich, senior lecturer of Department of electric power engineering and automation, Federal state budgetary educational institution of higher education Belgorod state technological University V.G. Shukhov, Kostyukova str. 46, Belgorod, Russia, 308012, tel +7 905 679-13-02, e-mail: roma882007@yandex.ru.

Sapryka Alexander Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electricity and Automation, Federal state budgetary educational institution of higher education Belgorod state technological University V.G. Shukhov, Kostyukova str. 46, Belgorod, Russia, 308012, +7 961 164-82-58 e-mail: a_sapryka@mail.ru

УДК 631.512

В.Ф. Ужик, С.В. Вендин, А.Н. Радомский.

К РАСЧЕТУ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Аннотация. Свекловичный жом является ценным продуктом, который используется в качестве кормовых и пищевых целях. Свекловичный жом частично используется в свежем виде, частично подвергается сушке, но основной объем продукта остается невостребованным, что снижает эффективность производства. Поэтому наиболее острой и актуальной является проблема длительного хранения и утилизации свекловичного жома. В статье приведена классификация основных технологий переработки свекловичного жома. При тщательной переработке и консервации свекловичного жома в большинстве технологий необходимой является технологическая операция сушки сырого жома, а качество сушки зависит от равномерного распределения слоя продукта при подаче в сушилку. Приведены результаты научных исследований по разработке конструкции устройства для разравнивания массы свекловичного жома на конвейерной ленте при подаче продукта на сушку. Проведены результаты теоретические исследований содержащие аналитическую зависимость для расчета производительности разравнивающего устройства с учетом изменения конструктивных и технологических параметров устройства. Установлено, что производительность устройства будет зависеть от длины разравнивающего пальца, радиуса разравнивающего барабана, смещения (эксцентриситета) вала, угловой скорости вращения барабана, ширины захвата пальцев, объемной плотности материала, коэффициента заполнения межпальцевого пространства, угла поворота барабана и числа рядов разравнивающих пальцев. Выявлено, что производительность устройства имеет тенденцию возрастания при увеличении эксцентриситета и увеличении угловой скорости вращения барабана. При длине разравнивающего барабана 1,2 м и его радиусе 0,07 м, длине пальцев 0,082 м, угловой скорости вращения барабана 10 рад/с производительность устройства достигает 99428 кг/ч. Производительность возрастает также и с увеличением угла поворота барабана, который должен согласовываться с эксцентриситетом, чтобы не происходило забрасывания продукта на поверхность барабана.

Ключевые слова: сушилка, сушка, жом сахарной свеклы, разравнивающее устройство.

TO CALCULATE THE PERFORMANCE LEVELLING DEVICE FOR DRYING BEET PULP

Abstract. Beet pulp is a valuable product that is used as feed and food purposes. Beet pulp is partially used fresh, partially dried, but the bulk of the product remains unclaimed, which reduces production efficiency. Therefore, the most acute and urgent problem is the long-term storage and disposal of beet pulp. The article provides a classification of the main technologies for processing beet pulp. With careful processing and preservation of beet pulp in most technologies, the technological operation of drying raw beet pulp is necessary, and the quality of drying depends on the uniform distribution of the product layer when fed to the dryer. The results of scientific research on the design of a device for leveling the mass of beet pulp on a conveyor belt when feeding the product for drying are presented. The results of theoretical studies containing an analytical relationship for calculating the performance of a leveling device taking into account changes in the design and technological parameters of the device are carried out. It has been established that the performance of the device will depend on the length of the leveling finger, the radius of the leveling drum, the displacement (eccentricity) of the shaft, the angular velocity of rotation of the drum, the working width of the fingers, the bulk density of the material, the fill factor of the interdigital space, the rotation angle of the drum and the number of rows of leveling fingers. It was found that the performance of the device tends to increase with an increase in eccentricity and an increase in the angular velocity of rotation of the drum. With a leveling drum length of 1.2 m and a radius of 0.07 m, a finger length of 0.082 m, an angular speed of rotation of the drum of 10 rad / s, the productivity of the device reaches 99428 kg / h. Productivity also increases with an increase in the angle of rotation of the drum, which must be consistent with the eccentricity so that the product does not throw onto the surface of the drum.

Keywords: dryer, drying, sugar beet pulp, leveling device.

Свекловичный жом является ценным продуктом, который используется в качестве кормовых и пищевых целях. Около 30–35% жома, по разным оценкам, используется в свежем виде, 25–27% подвергается сушке, остальной объем продукта остается невостребованным, что снижает доходы предприятий и наносит вред окружающей среде при неправильной утилизации [1]. В связи с этим проблема длительного хранения и утилизации свекловичного жома остается острой в настоящее время и является крайне актуальной.

Сегодня известно множество технологий переработки свекловичного жома, классификация представлена на рисунке 1 [2-10]. Ввиду быстрого окисления продукта невозможно его хранение для дальнейшей переработки без консервации, поэтому его подвергают сушке [11-14].

Согласно задачам исследований предлагаемое разравнивающее устройство для формирования заданного слоя продукта, преимущественно жома сахарной свеклы, в сушильной установке на ленте конвейера работает следующим образом. Продукт загружают в бункер-дозатор 1 с дозирующим валом 2 и мотор-редуктором 3. По ленте конвейера 5 мотор-редуктором 6 продукт подают к разравнивающему валу 7, для разравнивания (распределение материала также представлено на рисунке 2). Мотор-редуктором 9 через ременную передачу 10 передают крутящий момент на разравнивающий вал 7 с вращением против хода поступающей массы продукта, поэтому пальцами 9 отбрасывают лишний слой продукта. Расположением разравнивающего вала 7 под углом, а так же пальцев 8 по винтовой поверхности обеспечивают смещение лишнего слоя продукта к концевой лопатке 4, которая связана с электроприводом мотор-редуктора 3.

Одной из технических проблем при сушке жома является равномерное распределение слоя продукта на подающем транспортере.

В Белгородском ГАУ разработана конструкция разравнивающего устройства, схема которого показана на рисунке 2.

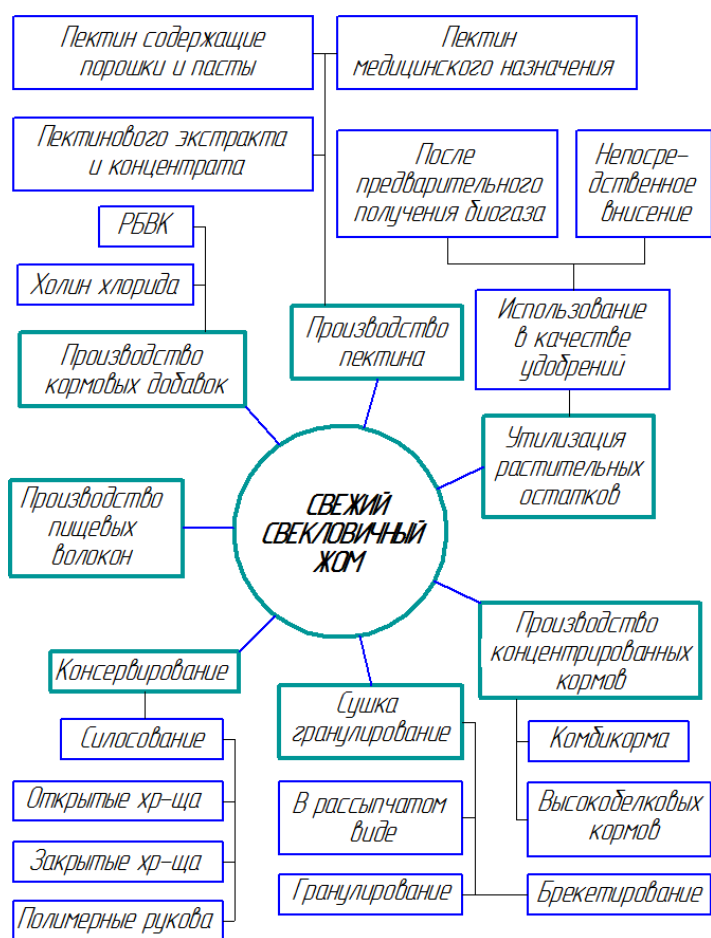
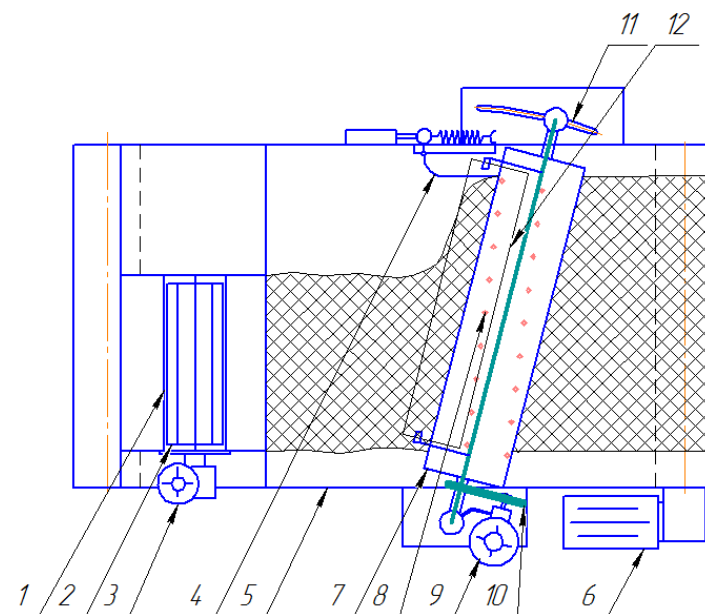


Рис. 1 - Классификация технологий переработки свеколвического жома



1- бункер-дозатор, 2- дозирующий вал, 3,6,9 – мотор-редуктор, 4 – концевая лопатка, 5 – лента конвейера, 7 – разравнивающий вал, 8 – пальцы, 10 – ременная передача, 11 – узел регулировки угла атаки, 12 – чистик.

Рис. 2 - Разравнивающее устройство

При контакте продукта с концевой лопаткой 4 дозирование продукта с бункера 1 прекращают, при отсутствии контакта на концевую лопатку 4 продуктом, дозирование продукта возобновляют. Для корректировки смещения продукта выполняют корректировку угла атаки 11. Разравнивающий вал 7 очищают с помощью чистика 12 в момент скрытия пальцев 8, так как их устанавливают с эксцентриком. Пропуская продукт между разравнивающим валом 8 и лентой конвейера 5, обеспечивают равномерность слоя по высоте, а расстоянием от концевой лопатки 4 до дальнего торца бункера-дозатора 1 обеспечивают равномерность слоя по ширине. Регулировки легко изменять в зависимости от технологических требований, предъявляемых к продукту, и технических характеристик при стыковке с сушильной установкой.

На рисунке 3 представлена схема эксцентрикового узла, от установки параметров которого, будет зависеть производительность устройства при разравнивании.

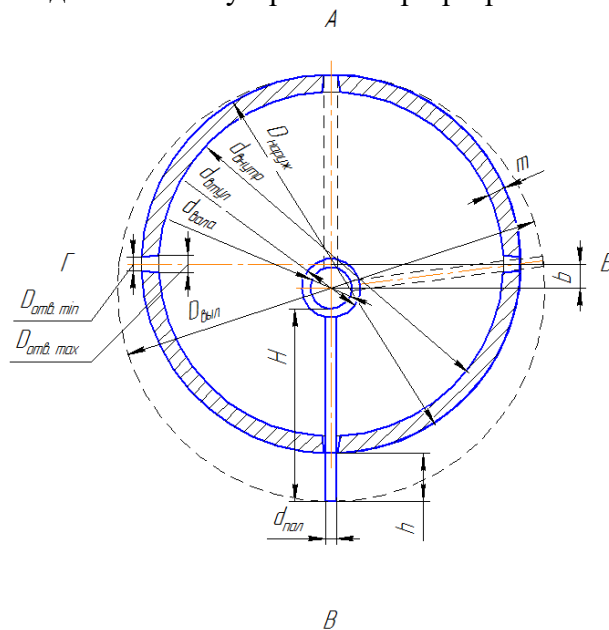


Рис. 3 - Эксцентриковый узел

Основными конструктивно-технологическими параметрами являются наружный диаметр барабана, длина пальца и эксцентриситет установки оси пальцевого вала по отношению к оси барабана.

Теоретические исследования разравнивающего устройства предполагают определение теоретических зависимостей учитывающих взаимосвязь между конструктивными и технологическими параметрами устройства [11,14,15].

В первую очередь необходимо установить взаимосвязь между конструктивными параметрами разравнивающего устройства (длина разравнивающего пальца, диаметр барабана и др.) и технологическими параметрами (производительность при разравнивании, высота поступающего слоя, высота слоя после выравнивания объема материала, угол атаки барабана по отношению к вектору движения потока материала, потребляемая мощность на электропривод и др.).

Если принять, что конструктивно обеспечивается захват пальцами продукта по всей длине вала, то производительность устройства при разравнивании будет определяться сечением захваченного пальцами продукта и длиной вала, где размещены разравнивающие пальцы. Сечение захваченного пальцами продукта в общем случае будет определяться разницей между площадью определяемой кривой траектории конца пальца при движении его из нижней точки захвата вверх.

Рабочая площадь захвата продукта при разравнивании (счѐсывании) будет определяться площадью криволинейной фигуры показанной на рисунке 4.

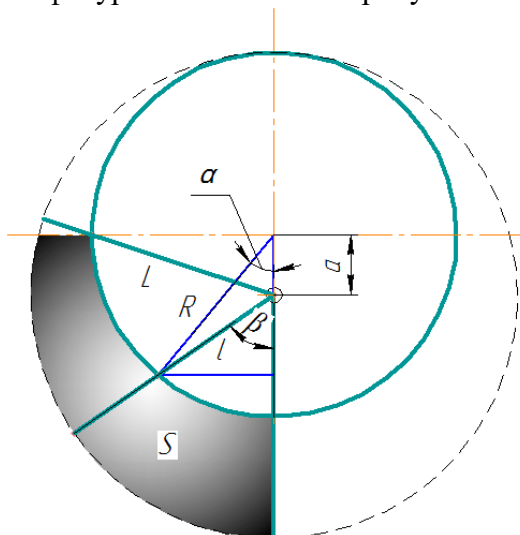


Рис. 4 - К расчету рабочей площади захвата продукта при разравнивании (счѐсывании)

Установлено, что производительность разравнивающего устройства, Q , кг/ч, с учетом площади захвата продукта можно оценить по формуле

$$Q = 3600 \cdot b \varphi \rho k \omega \left(0.5 L^2 \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{a \sin \alpha}{\sqrt{R^2 + a^2 - 2 a R \cos \alpha}} \right) \right) + 0.5 a R \sin \alpha - 0.5 R^2 \alpha \right),$$

где L – длина пальца, м; R – радиус барабана, м; a – смещение вала (эксцентриситет), м; ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с; b - ширина захвата пальцев, м; ρ - объемная плотность материала, кг/м³; φ - коэффициент заполнения межпальцевого пространства; α - угол поворота барабана, рад; k – число рядов разравнивающих пальцев, шт.

Нами были проведены расчеты зависимости производительности в зависимости от смещения вала a и частоты вращения барабана n . При этом другие параметры принимались равными: $b = 1,2$ м; $L = 0,082$ м; $\rho = 250$ кг/м³; $R = 0,07$ м; $\varphi = 0,95$ $\alpha = \pi/2$; максимальный эксцентриситет $a = 0,012$ м, $k = 4$.

На рисунке 5 приведена характерная зависимость производительности разравнивающего устройства от смещения вала a .

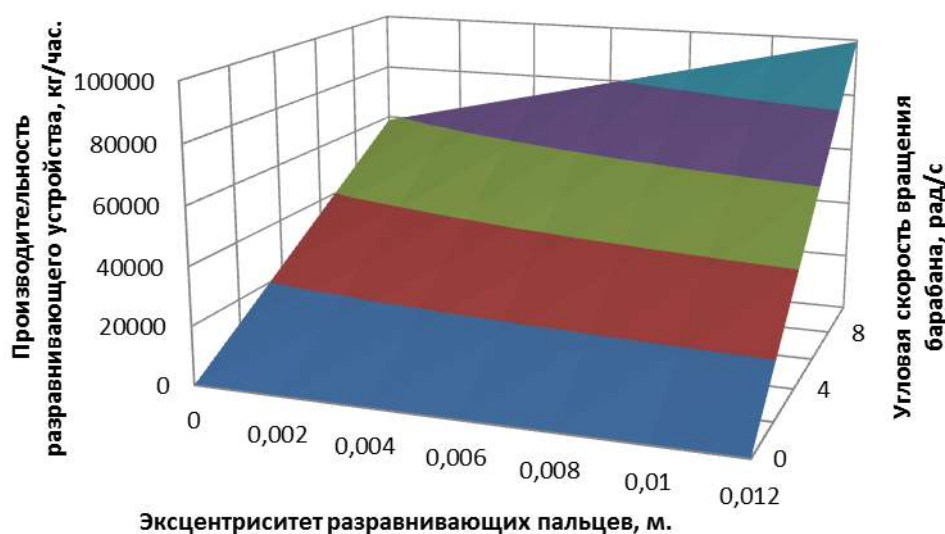


Рис.5 – Зависимость производительности устройства от смещения вала (эксцентриситета)

Анализ показывает, что зависимость производительности разравнивающего устройства является нелинейной, но имеет возрастающий характер с увеличением смещения вала (эксцентриситета) a и угловой скорости вращения барабана ω . При этом с увеличением эксцентриситета пальцев от 0,002 м до 0,012 м и увеличением угловой скорости вращения барабана с 2 рад/с до 10 рад/с, производительность разравнивающего устройства увеличивается с 11752 кг/ч до 99428 кг/ч. Однако не следует сильно увеличивать смещение вала относительно оси вращения барабана. Достаточно обеспечить захват материала и технологическую очистку пальцев разравнивающего вала. Кроме того большой вылет пальцев нецелесообразен из-за возможного их изгиба в процессе работы.

Производительность возрастает также и с увеличением угла поворота барабана α . В тоже время величина угла поворота барабана α должна согласовываться с эксцентриситетом a , чтобы не происходило забрасывания продукта на поверхность барабана.

Выводы. Разработано устройство для разравнивания массы свекловичного жома на конвейерной ленте при подаче продукта на сушку.

В результате теоретических исследований получено математическое выражение для оценки производительности разравнивающего устройства от его конструктивных параметров. Анализ данного выражения свидетельствует о том, что при длине разравнивающего барабана 1,2 м и его радиусе 0,07 м, длине пальцев 0,082 м, плотности разравниваемого сырья 250 кг/м³, коэффициенте заполнения межпальцевого пространства 0,95, угле поворота барабана $\pi/2$ и числе рядов разравнивающих пальцев 4 шт., при увеличении эксцентриситета пальцев от 0,002 м до 0,012 м и увеличении угловой скорости вращения барабана с 2 рад/с до 10 рад/с, производительность разравнивающего устройства увеличивается с 11752 кг/ч до 99428 кг/ч.

Библиография

1. Гурин А.Г., Басов Ю.В., Гнеушева В.В. Жом как ценный продукт сахарного производства // Russian agricultural science review Орловский ГАУ. 2015. №5-1. С. 251-255.
2. Радомский А.Н. К разработке разравнивающего устройства слоя продукта для сушильных установок // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск, 2015. С. 103-106.
3. Спичак В.В., Вратский А.М. Современные направления использования и утилизации свекловичного жома // Сахар. 2011. № 9. С. 60–64.
4. Флейшман Л.Е. Свекловичный жом и его использование. Москва: [б. и.], 1964. 60 с.

5. Шишацкий Ю.И., Никель С.А. Научное обеспечение процессов сушки и набухания осветленного свековичного жома в технологии пектина и пищевых волокон. Воронеж: Изд-во ВГУИТ, 2015. – 175 с.
6. Карлова Е.В., Полянин А.В. Перспективные направления производства побочной продукции сахарной промышленности // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 5. С. 51–53.
7. Пузанова Л.Н. Использование побочных продуктов и отходов свеколосахарного производства в современных условиях // Состояние и перспективы свеколосахарного комплекса – ответ на вызовы времени: сб. тр. конф. Курск, 2013. С. 53–58.
8. Пузанова Л.Н., Косулин Г.С., Рыжкова Е.П. Свековичный жом: направления использования в современных условиях // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Курск, 2014. С. 270–272.
9. Российский и мировой рынки побочных продуктов свеколосахарного производства / Л.Н. Пузанова и др. // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Курск, 2014. С. 150–154.
10. Гербут А.Я. Повышение сохранности и биологической ценности свековичного жома: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.05; Киев. технол. ин-т пищевой пром-сти. Киев, 1974. 26 с.
11. Булавин С.А., Казаков К.В. Энергосберегающая сушильная установка для свековичного жома [корма для животных] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 1. С. 13–15.
12. Булагина Г.В. Разработка энергосберегающей технологии сушки свековичного жома с исследованием параметров шнекового пресса // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2003. № 2. С. 567.
13. Булавин С.А., Колесников А.С. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свековичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 4. С. 3–8
14. Булавин С.А., Вендин С.В., Саенко Ю.В. К расчету конструктивных и режимных параметров разравнивающего устройства // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 4. С. 149–152.
15. Ветров В. А. Разработка энергосберегающей безотходной технологии сушки свековичного жома с обоснованием параметров сушильной установки : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01; Мичурин. гос. аграр. ун-т. Белгород, 2007. 168 с.

References

1. Gurin A.G., Basov Yu.V., Gneusheva V.V. Zhom kak cennyj product saharnogo proizvodstva [Pulp as a valuable product of sugar production] // Russian agricultural science review Oryol GAU. 2015. №5-1. p. 251-255.
2. Radomsky A.N. K razrabotke razravnivajushhego ustroystva sloya produkta dlya sushil'nih ustanovok [On the development of leveling device layer product for drying systems] // Engineering support of innovative technologies in the agro-industrial sector: materials of the Intern. scientific practical conf. Michurinsk, 2015. p. 103-106.
3. Spichak V.V., Vratsky A.M. Sovremennye napravlenija ispol'zovanija I utilizacii sveklovichnogo zhoma [Modern directions of use and utilization of beet pulp] // Sugar. 2011. № 9. p. 60–64.
4. Fleishman L. Ye. Sveklovichnyj zhom I ego ispol'zovanie [Beet pulp and its use] Moscow: [b. and.], 1964. 60 p.
5. Shishatsky Yu. I., Nickel S.A. Nauchnoe obespechenie processov sushki I nabuhanija osvetlennogo sveklovichnogo zhoma v tehnologii pektina I pishhevyh volokon [Scientific support of the processes of drying and swelling of clarified beet pulp in the technology of pectin and dietary fiber]. Voronezh: Publishing house of VSUIT, 2015. - 175 p.
6. Karlova E.V., Polyanin A.V. Perspektivnye napravlenija proizvodstva pobochnoj produkcii saharnoj promyshlennosti [Perspective directions of production of by-products of the sugar industry] // Orel State Agrarian University Bulletin. 2012. № 5. p. 51–53.
7. Puzanova L.N. Ispol'zovanie pobochnyh produktov I othodov sveklosaharnogo proizvodstva v sovremennyh uslovijah [The use of by-products and waste of sugar beet production in modern conditions] // The state and prospects of the beet-sugar complex - the answer to the challenges of time: Sat. tr. conf. Kursk, 2013. p. 53–58.
8. Puzanova L.N., Kosulin G.S., Ryzhkova E.P. Sveklovichnyj zhom: napravlenija ispol'zovanija v sovremennyh uslovijah [Sugar beet pulp: directions for use in modern conditions] // New approaches, principles and mechanisms for increasing the efficiency of production and processing of agricultural products. Kursk, 2014. p. 270-272.
9. Rossiiskie I mirovye rynki pobochnyh produktov sveklosaharnogo proizvodstva [Russian and world markets of sugar beet production by-products] / L.N. Puzanova, etc. // New approaches, principles and mechanisms for increasing the efficiency of production and processing of agricultural products. Kursk, 2014. p. 150–154.
10. Gerbut A. Ya. Povysheniye sohrannosti I biologicheskoy cennosti sveklovichnogo zhoma [Enhancing the preservation and biological value of beet pulp]: author. dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.18.05; Kiev Technological Institute of Food Industry. Kiev, 1974. 26 p.
11. Bulavin S.A., Kazakov K.V. Jenergosberegajuchhaja sushil'naja ustanovka dlja sveklovichnogo zhoma [korma dlja zhivotnyh] [Energy saving drying installation for beet pulp [animal feed]] // Mechanization and Electrification of Agriculture. 2011. № 1. p. 13–15.
12. Buklagina G.V. Razrabotka jenergosberegajuchhej tehnologii sushki sveklovichnogo zhoma s issledovaniem parametrov shnekovogo pressa [Development of energy-saving technology of drying beet pulp with the study of

the parameters of a screw press] // Engineering and technical support of the agro-industrial complex. Abstract journal. 2003. № 2. p. 567.

13. Bulavin S.A., Kolesnikov A.S. Bezothodnaja jenergosberegajuchhaja tehnologija sushki I pererabotki sveklovichnogo zhoma [Waste-free energy-saving technology of drying and processing of sugar beet pulp // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2014. № 4. p. 3–8.

14. Bulavin S.A., Vendin S.V., Saenko Yu.V. K raschetu konstruktivnyh I rezhymnyh parametrov razravnivajuchhego ustrojstva [To calculation of constructive and regime parameters of the leveling device] // Bulletin of the all-Russian research Institute of animal husbandry mechanization. 2015. № 4. p. 149-152.

15. Vetrov V. A. Razrabotka jenergosberegajuchhej bezothodnoj tehnologii sushki sveklovichnogo zhoma s obosnovaniem parametrov sushyl'noj ustanovki [Development of energy-saving waste-free technology of beet pulp drying with justification of drying plant parameters] : dis. ... kand. Techn. Sciences : 05.20.01; Michurinsky State Agrarian University. Belgorod, 2007. 168 p.

Сведения об авторах

Ужик Владимир Фёдорович, руководитель, доктор технических наук, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе, заслуженный работник высшей школы РФ, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», 308503 Белгородская область Белгородский район п. Майский ул. Вавилова д. 1, тел. 8-919-433-75-97, 8-4722-39-21-79 e-mail: uzhik16@rambler.ru

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», 308503 Белгородская область Белгородский район п. Майский ул. Вавилова д. 1, тел.: +7 (4722) 39-11-36, sip:vendin_sv@bsaa.edu.ru

Радомский Алексей Николаевич, главный инженер ЗАО «Краснояржская зерновая компания», аспирант кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина», 308036 г. Белгород, ул. Спортивная, д.3, кв.53, тел. 8-929-004-54-77, e-mail: alradomsk@mail.ru

Information about authors

Uzik Vladimir Fedorovich, Head, doctor of technical Sciences, Professor of the Department of machinery and equipment in agribusiness, honored worker of the higher school of the Russian Federation, Belgorod state agrarian University. V. Gorin, 308503 Belgorod Region Belgorod District Maysky Str. Vavilova 1, tel. 8-919-433-75-97, 8-4722-39-21-79, e-mail: uzhik16@rambler.ru

Vendin Sergey Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of electrical equipment and electrical technologies in the agro-industrial complex, Belgorod State Agrarian University. V. Ya. Gorina, 308503 Belgorod region Belgorod region p. Maysky ul. Vavilova d. 1. tel. : +7 (4722) 39-11-36, sip: vendin_sv@bsaa.edu.ru

Radomsky Alexey Nikolaevich, Chief engineer, ZAO «Krasnoyaruzhskiy grain company», postgraduate student of the Department of machinery and equipment in agribusiness of the Belgorod state agricultural University named. V. Gorin, 308036 Belgorod, Str. Sportivnaya, 3, 53, tel. 8-929-004-54-77, e-mail: al-radomsk@mail.ru

УДК 620.22:669.141.24

О.А. Шарая, Н.В. Водолазская

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Аннотация. В статье изложены технологические аспекты поверхностного упрочнения деталей сельскохозяйственных машин методом лазерной обработки, способствующей решению проблемы повышения износостойкости металлических изделий и материалов для их изготовления. Необходимость импортозамещения сельскохозяйственной техники привела к созданию ее отечественных вариантов повышенной производительности, а возникшее усложнение условий эксплуатации предъявили новые требования к работоспособности и надежности деталей таких машин. Повышение надежности оборудования является одной из важнейших составляющих системы обеспечения качества продукции, предусматривающей уменьшение числа отказов из-за износа элементов конструкций машин. Технологическое оборудование агропромышленного комплекса работает в весьма тяжелых силовых, температурных и скоростных условиях эксплуатации трущихся деталей. Изнашивание деталей может быть механическим (в том числе абразивным и усталостным), молекулярно-механическим и коррозионно-механическим. Во многих случаях надежность деталей определяются механическими и триботехническими характеристиками используемых для их изготовления сталей и сплавов. В статье предлагается технология решения проблемы износа поверхности изделий из стали за счет разработки технологических процессов ее упрочняющей обработки. Получение упрочненных поверхностных слоев достигается путем целенаправленного формирования заданного структурного состояния металла, т. е., модифицированием с помощью методов импульсного и непрерывного лазерного упрочнения элементов конструкций. Приводится схема процессов, развивающихся в материале при объемной импульсной лазерной обработке. Контрольные образцы обрабатывались в режимах с напряжением накопителя 600 - 700 В. Представлены результаты исследований влияния импульсного и непрерывного лазерного излучения на стали 45 и X12M. Рекомендованы режимы упрочняющей обработки деталей из таких сталей. Анализ микроструктур исследуемых образцов показал, что происходит упрочнение поверхности и повышение микротвердости до 3-4 раз.

Ключевые слова: покрытия, модифицирование поверхностного слоя металла, износостойкость, упрочнение, плазменная наплавка, лазерное легирование, структура, микротвердость.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF MODIFICATION OF SURFACE LAYER OF AGRICULTURAL MACHINES PARTS

Abstract. The paper describes technological aspects of surface hardening of agricultural machines parts by method of laser processing, which helps to solve the problem of increasing wear resistance of metal products and materials for their manufacture. The need for import substitution of agricultural machinery led to the creation of its domestic variants of increased productivity. The resulting complication of operating conditions presented new requirements to the operability and reliability of parts of such machines. Improvement of equipment reliability is one of the most important components of the product quality assurance system, which provides for reduction of the number of failures due to wear of machine structural elements. Technological equipment of agro-industrial complex works in very heavy power, temperature and high-speed conditions of friction parts operation. Wear of parts can be mechanical (including abrasive and fatigue), molecular-mechanical and corrosion-mechanical. In many cases, the reliability and durability of parts are determined by the mechanical and tribo-technical parameters used for their production of steels and alloys. The paper proposes the technology of solving the problem of surface wear of steel products due to the development of technological processes of its strengthening treatment. Production of hardened surface layers is achieved by purposeful formation of preset structural state of metal, i.e. by modification by methods of pulsed and continuous laser hardening of structural elements. The diagram of processes developed in the material during volumetric pulse laser processing is given. Control samples were processed in modes with storage voltage of 600-700 V. Results of studies of influence of pulse and continuous laser radiation on steel Ch12M and low-carbon steels are presented. Hardening treatment modes of parts made of such steels are recommended. Analysis of the microstructures of the test samples showed that the surface was strengthened and the microhardness increased by up to 3-4 times.

Keywords: coating technology, surface metal layer modification, wear resistance, hardening, plasma-jet hardfacing, laser alloying, microstructure, microhardness.

Введение. Сельскохозяйственное производство России представляет собой крупную отрасль народного хозяйства, которая имеет стратегическое значение для обеспечения устойчивого развития общества, обладает мультипликативным эффектом для развития экономики и при этом имеет исключительное, по сравнению с другими секторами народного хозяйства, социальное значение [1, 2, 3]. Одним из важнейших направлений данной отрасли является сельскохозяйственное машиностроение, которое должно удовлетворять жестким

требованиям, предъявляемым к работоспособности и производительности выпускаемого оборудования. Например, в сельскохозяйственном производстве применяются различные конструкции измельчающих аппаратов в зерноуборочных комбайнах. Ножи режущих аппаратов изготавливаются из инструментальных сталей, которые в неупрочненном состоянии подвергаются значительному износу [4, 5], приводящему к отказам в процессе эксплуатации [6, 7, 8]. Поэтому при использовании этого оборудования для повышения качества его эксплуатации важно предупредить такие отказы [9, 10, 11, 12]. В большинстве случаев проблема повышенного износа возникает из-за того, что поверхность изделия испытывает контактные нагрузки и подвергается коррозии. В связи с этим на современном этапе развития техники и технологии повышенное внимание уделяется вопросам инженерии поверхности, что подразумевает получение принципиально новых материалов с заданным уровнем свойств.

Задачу создания металлических материалов с качественно новыми свойствами обычно решают на основе комплексного подхода, объединяющего принципы формирования химического состава материала и затем структуры путем разработки технологических процессов его упрочняющей обработки. Среди упрочняющих технологий особое место занимают физико-химические способы воздействия на поверхность материала, так как ее состояние во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства деталей машин. Получение упрочненных поверхностных слоев достигается путем целенаправленного формирования заданного структурного состояния металла методами химико-термической обработки, в том числе с использованием высококонцентрированных источников энергии, таких как ионные, лазерные, ультразвуковые, высокочастотные индукционные и другие [13, 14, 15]. В результате такого воздействия происходят либо структурные изменения в исходной поверхности, т.е. процесс модифицирования, или формирование покрытия на поверхности. Процессы модифицирующего воздействия на поверхность вызывают изменение структуры и фазового состава поверхностного слоя, что, в свою очередь, является предпосылкой получения новых свойств.

Научная значимость проблемы подтверждается большим количеством работ, посвященных данному вопросу в последние годы [16 - 24]. Анализ указанных работ свидетельствует о важности продолжения исследований в области создания упрочняющих покрытий материалов. Поэтому изучение физико-химических основ формирования структуры поверхности при различных способах модифицирования изделий из конструкционных металлических сплавов на основе железа и разработка новых упрочняющих технологий для повышения комплекса эксплуатационных свойств является актуальной задачей.

Объектом исследования является технологический процесс упрочнения деталей сельскохозяйственных машин.

Целью данной работы является установление закономерностей формирования структуры в поверхностном слое изделий и разработке технологических процессов модифицирования деталей для повышения их эксплуатационных свойств при работе в условиях трения и износа.

Для достижения поставленной цели необходимо установить закономерности влияния режимов модифицирования, на структуру, фазовый состав и физико-механические свойства поверхности изделий и определить параметры и режимы технологии процесса для повышения твердости и износостойкости этих изделий.

Основная часть. Для поверхностного упрочнения деталей было решено использовать лазерные технологии, т.к. основными их преимуществами являются высокие скорости нагрева и охлаждения, отсутствие контакта при обработке, локальность и возможность обрабатывать труднодоступные участки, отсутствие деформации обрабатываемых деталей и относительная простота технологии. Известно, что лазерная обработка локальных участков поверхности металлов и сплавов хорошо зарекомендовала себя на практике, поскольку позволяет обеспечить увеличение срока службы деталей и снизить стоимость материала [25].

Благодаря высокой плотности мощности лазерного излучения при малом времени воздействия на обрабатываемую поверхность достигаются высокие скорости нагрева и охлаждения $10^4 - 10^8$ градусов Цельсия в секунду. Отличительные особенности лазерного луча от других высококонцентрированных источников, таких как электронный луч или плазменная струя – это возможность его транспортировки на значительные расстояния и подвода в труднодоступные места, а также отсутствие динамического воздействия на обрабатываемую поверхность, что позволяет значительно расширить круг технологических операций по обработке различных деталей машин.

В мелкосерийном инструментальном производстве наиболее рационально применение метода импульсного лазерного упрочнения. Применяя импульсное излучение с определенной мощностью и разными скоростями сканирования луча по заданной траектории, можно управлять макро- и микро топографией поверхности, напряженно-деформированным состоянием поверхностного слоя материала, механическими и другими характеристиками зоны термического влияния. Используя дискретный импульсный лазерный луч определенной интенсивности, по определенному рисунку создаются участки упрочнения структуры и участки ослабления. Участки упрочнения играют роль несущей поверхности с высокой износостойкостью, а участки ослабления роль демпферов, гасящих структурные и температурные напряжения, которые всегда возникают при скоростном тепловом воздействии на поверхность материала. Вместе с тем эти участки, обладая твердостью и прочностью, быстрее изнашиваются в условиях трения и превращаются в аккумуляторы смазки с регулярным расположением на трущихся поверхностях и способствуют повышению износостойкости контактных поверхностей. Однако более эффективными являются методы, которые позволяют улучшать физико-механические свойства материалов по объему. К таким методам относится метод объемного импульсного лазерного упрочнения (ОИЛУ). Объемное импульсное лазерное упрочнение осуществляется путем локального облучения лазерным лучом. Суть метода заключается в следующем. Короткий импульс лазерного излучения с высокой плотностью мощности направляется на поверхность обрабатываемого материала. Материал адиабатически нагревается до температуры в несколько десятков тысяч градусов, что приводит к превращению паров материала в плазму. В результате очень быстрого нагрева и испарения поверхностного слоя материала вглубь его начинает распространяться ударная упругая волна. Крутизна фронта ударной волны зависит от крутизны переднего фронта лучевого импульса. Прохождение этой ударной волны и обуславливает объемное упрочнение материала, т. е. в основе метода лежит механическое воздействие волны на материал. На рисунке 1 показана схема процессов, развивающихся в материале при объемной импульсной лазерной обработке.

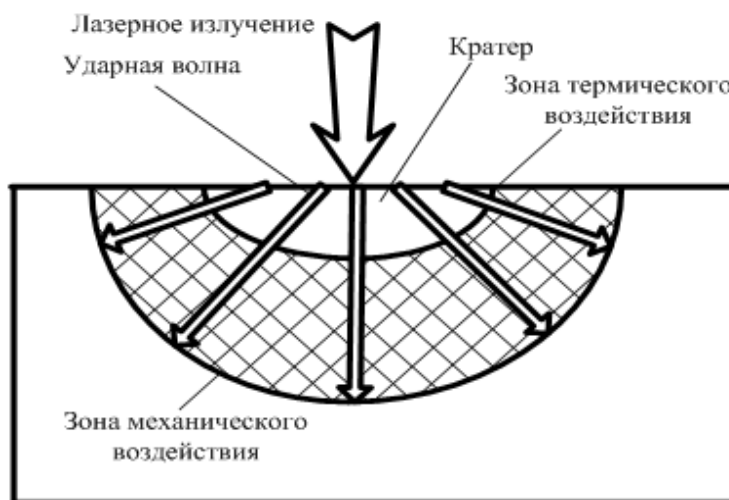


Рис. 1 - Схема процессов, развивающихся в материале при ОИЛУ

В качестве исследуемых материалов были выбраны легированная сталь X12M, из которой изготавливают ножи режущих аппаратов уборочных комбайнов и углеродистая сталь

45, предназначенная для изготовления валов. Выбор режима лазерного упрочнения для сталей осуществлялся с учетом содержания углерода, легирующих элементов и толщины детали. Для исследования образцов стали целесообразно использовать установку лазерной сварки, резки и термообработки «Квант-15», которая позволяет производить термообработку металлов и сплавов [19, 21, 26].

Параметры установки:

- регулируемый диаметр пятна в фокальной плоскости обработки - 0,3...1,3 мм;
- максимальная энергия излучения в моноимпульсном режиме - 15 Дж ;
- активный элемент из алюмо-иттриевого граната с длиной волны излучения - 1,06 мкм
- длительность импульса - 2; 2,5 ; 4 ; 5 мс ;
- частота повторения импульсов - 10 (20 при 2мс)
- энергия излучения в импульсе - не менее 8 Дж.

Общий вид установки в виде оптической схемы представлен на рисунке 2.

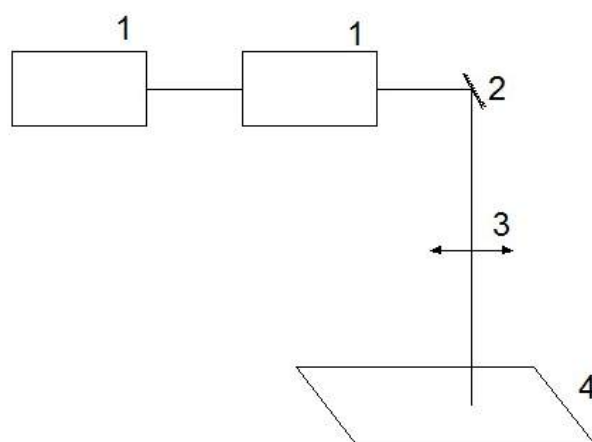


Рис. 2 - Схема оптической системы ТЛУ Квант -15:
1-квантотрон; 2-зеркало; 3-объектив; 4-обрабатываемая поверхность

Для изучения влияния импульсного лазерного излучения на сталь X12M было изготовлено восемь образцов, пять из которых пошли только на подбор режимов обработки.

Измерения мощности излучения лазера «Квант-15» проведены прибором ИКТ-3, после чего построен график зависимости мощности лазерного излучения от напряжения лазера. Полученная зависимость представлена на рисунке 3.

После подбора режимов обработки было установлено, что при напряжении накопителя до 600В не происходит закалки, не говоря об оплавлении поверхности, а при напряжении свыше 750В из-за большой плотности мощности происходит глубокое проплавление поверхности. Предварительное исследование на микроскопе показало, что в режимах до 600В вообще не наблюдается изменений микроструктуры облученной поверхности, а в режимах свыше 750В лазерное излучение прожигает отверстие в виде конуса, глубиной до 1 мм, причем толщина оплавленного и закаленного слоев вместе не превышает 50 мкм.

Контрольные образцы было решено обрабатывать в режимах с напряжением накопителя 600-700 В.

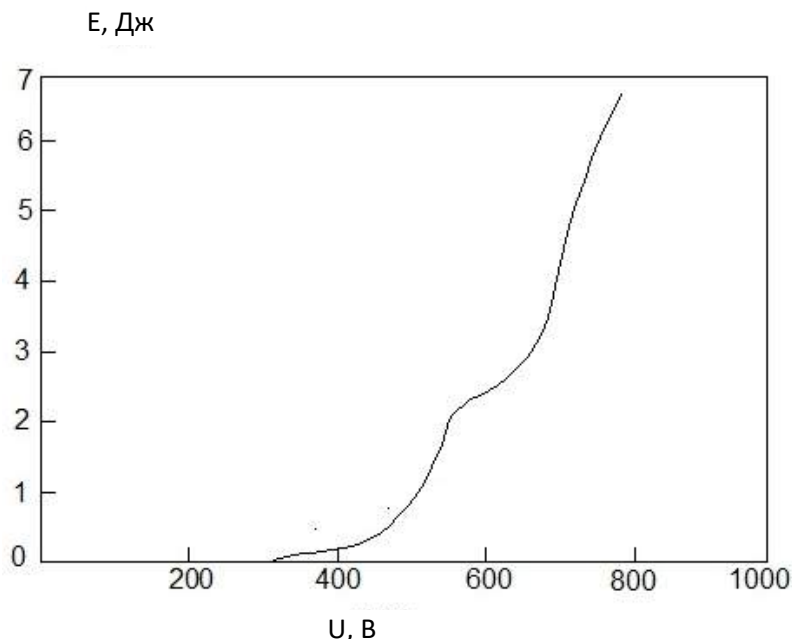


Рис. 3 - Зависимость энергии импульса E установки «Квант – 15» от напряжения накопителя U

При обработке импульсным излучением вводится, коэффициент перекрытия K, %, определяющий площадь пересечения площадей каждого предыдущего лазерного пятна с последующим. Для равномерной обработки поверхности импульсным лазерным излучением рекомендуется использовать K=50-60%.

На каждом из трех контрольных образцов было выполнено две "дорожки" с коэффициентом перекрытия K=50%, K=75%. Выбранные режимы обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Режимы обработки образцов из стали X12M

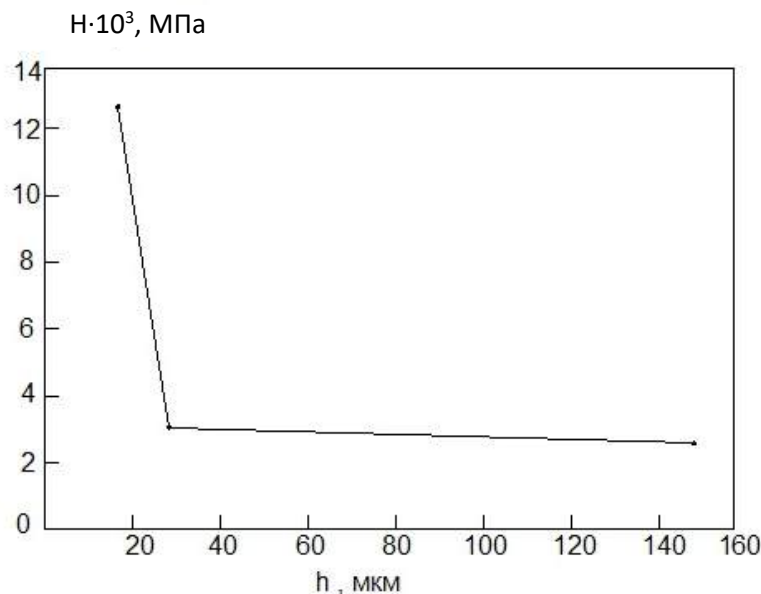
Режимы	Напряжение накопителя ТЛУ Квант-15, В	Коэффициент перекрытия K, %	Коэффициент перекрытия K, %
1	600	50	75
2	650	50	75
3	700	50	75

На первом образце при исследовании на ПМТ-3 изменения микроструктуры не наблюдалось. На втором образце было оплавление поверхности, при 485-кратном увеличении не удалось рассмотреть закаленного слоя. Если учесть, что при оплавлении поверхности закалка должна происходить обязательно, то можно сказать, что величина закаленного слоя порядка 5-20 мкм. Толщина оплавленного слоя второго образца не превышала 15 мкм, что соизмеримо с размерами алмазной пирамидки ПМТ-3. Поэтому измерение микротвердости оплавленного, и закаленного слоев было невозможно произвести. Поверхность третьего образца была оплавлена значительно больше, чем второго: глубина проплавления составила 25 мкм, но явно выраженного закаленного слоя не наблюдалось и здесь.

В нормализованном образце микроструктура стали X12M состоит из перлита и карбидов типа (Fe,Cr)₃C и (Cr, Fe)₇C₃. В третьем (наиболее оплавленном) образце на глубину 40 мкм наблюдалось строчечное расположение карбидов в мартенсите. Именно в этом месте удалось замерить микротвердость строчечной структуры: она составила 12840 МПа, что в 4 раза превышает микротвердость основы (рисунок 4).

При анализе зависимости изменения микротвердости стали X12M было установлено, что микротвердость верхнего оплавленного слоя меньше, чем закаленного. Дело в том, что мощное излучение выжигает углерод и верхние слои обезуглероживаются.

Для повышения эффективности импульсной лазерной обработки ножей из стали X12M необходимо предусмотреть дополнительную операцию механической обработки (шлифование, полирование) с целью устранения верхнего обезуглероженного слоя.



$E=5,5$ Дж; $K=75$ %.

Рис. 4 - Распределение микротвердости стали X12M по глубине зоны обработки импульсным излучением

В отличие от импульсной, закалка стали X12M непрерывным излучением не дает значительное повышение микротвердости почти на всех режимах обработки. В режимах с плотностью мощности от 80 до 240 Вт/мм² с постоянной скоростью обработки $V=2000$ мм/мин существует узкий диапазон ($S=130-150$ Вт/мм²), в котором удалось получить ожидаемые результаты. При обработке с плотностью мощности $S=157,9$ Вт/мм² глубина закаленного слоя достигает 300 мкм, причем величина микротвердости падает с глубиной зоны воздействия. При плотностях мощности более 150 Вт/мм² происходит значительное оплавление поверхности, глубина проплавленной канавки достигает 100 мкм, правда, и глубина закаленного слоя в этом случае намного больше (до 1 мм).

При высокой скорости обработки (до 2000 мм/мин) и средних плотностях мощности ($S=150-250$ Вт/мм²) излучение прожигает покрытие, но не оплавляет поверхность детали. Глубина закаленного слоя достигает 500 мкм, причем микротвердость падает с глубиной зоны воздействия от 5000 МПа ($S=150-250$ мкм) до 2200-3000 МПа ($h=500-750$ мкм).

На плотностях мощности менее 120 Вт/мм² глубина зоны лазерного воздействия и изменение микротвердости незначительны. Максимальная глубина достигает 150-200 мкм, а твердость повышается на 20-50 %. Это объясняется тем, что температуры нагрева не хватает для того, чтобы растворить устойчивые карбиды $(Fe, Cr)_3C$ и $(Cr, Fe)_7C_3$.

Мелкодисперсное распределение карбидов в закаленном слое дает наиболее высокое значение микротвердости. Есть два пути получения такого распределения:

- увеличение плотности мощности S ; при этом получим большую глубину закаленного слоя, высокие значения микротвердости, но и большую глубину оплавления;
- уменьшение времени воздействия лазерного излучения (т.е. увеличение скорости сканирования V); это приводит к уменьшению зоны оплавления (до его полного исчезновения), но и к уменьшению глубины закаленного слоя.

Проведенная импульсная обработка образцов на установке «Квант-15» показала, что происходит упрочнение поверхности и повышение микротвердости в 4 раза, но очень мала глубина зоны лазерного воздействия (20 - 40 мкм). Для увеличения этой глубины можно рекомендовать для стали X12M более высокую температуру (от 910⁰С) и определенное время

выдержки при данной температуре. В дальнейшем планируется провести исследования возможности изменения времени выдержки при указанной температуре.

Наличие на поверхности стали X12M после импульсной лазерной закалки прочного поверхностного слоя с высокой микротвердостью 12840 МПа по сравнению с микротвердостью сердцевины (3200 МПа) является необходимым условием для повышения износостойкости ножей режущих аппаратов уборочных комбайнов.

С целью повышения износостойкости валов исследованию подвергали образцы из стали 45. Предварительно на поверхность образцов наносились порошки твердых сплавов (связующее - жидкое стекло), а затем проводилась их непрерывная лазерная обработка на установке ХЕБР-2500.

Использование такой технологии открывает возможности формирования после непрерывной лазерной обработки на поверхности углеродистой стали 45 совершенно нового материала. Общий вид микроструктуры стали 45 после лазерного легирования с нанесением композиции «W-V-Cr» представлен на рисунке 5.

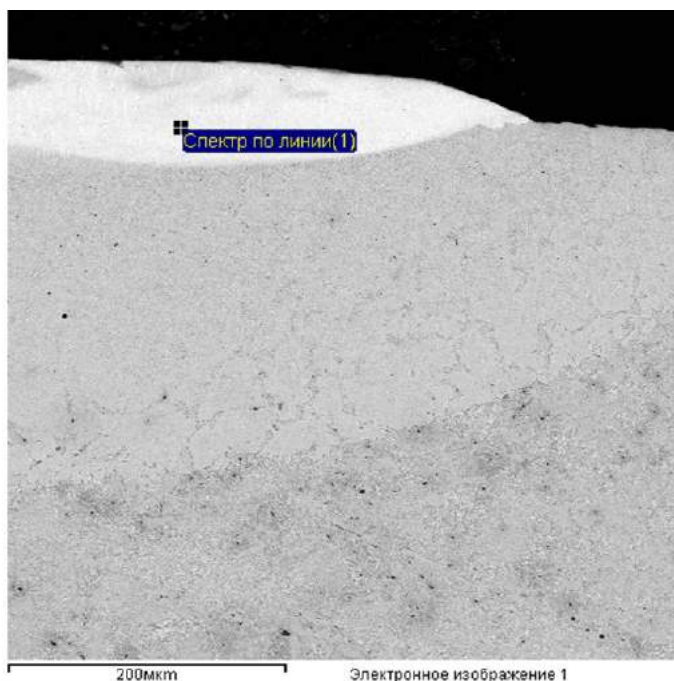


Рис 5 - Микроструктура стали 45 после лазерного легирования с нанесением композиции «W-V-Cr»

Из представленной фотографии видно, что на поверхности располагается светлый наплавленный слой твердого сплава, за которым располагается переходная зона, имеющая игольчатое строение, затем зона с четко выраженными границами зерен, переходящая в матрицу с исходной феррито-перлитной структурой стали 45.

Микрорентгеноспектральный анализ, проведенный на растровом электронном микроскопе TESCAN VEGA // LSU показал наличие в наплавленном слое повышенного содержания вольфрама до 12,42%; ванадия до 3,13% и хрома до 3,51%.

По мере удаления от наплавленного слоя в переходную зону и исходную сталь 45 наблюдали исчезновение пиков легирующих элементов и увеличение содержания железа, кремния и углерода.

На рисунке 6 показан микрорентгеноспектральный анализ наплавленного слоя. Рентгеноструктурные исследования фазового состава зон лазерного легирования системой «W-V-Cr» показали, что упрочненный слой представляет собой твердый раствор легирующих элементов в феррите.

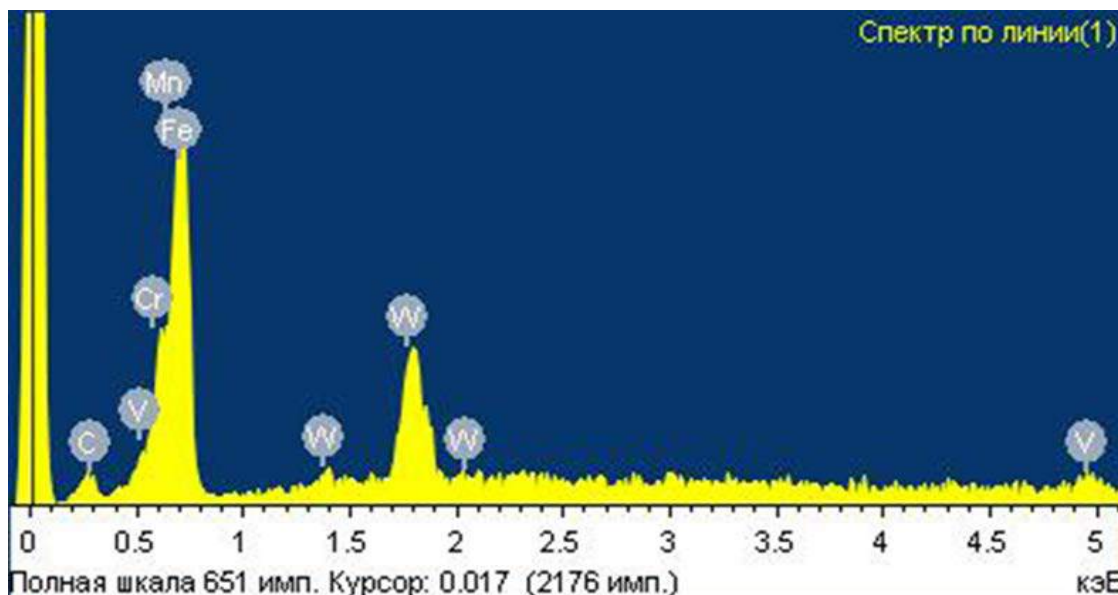


Рис. 6 - Микрорентгеноспектральный анализ наплавленного слоя стали 45 после лазерного легирования с нанесением композиции «W-V-Cr»

Результаты микродюрометрического анализа показали, что микротвердость достигла максимальных значений до 16000 МПа, что в 3-4 раза выше по сравнению со сталью 45 без обработки (рисунок 7).

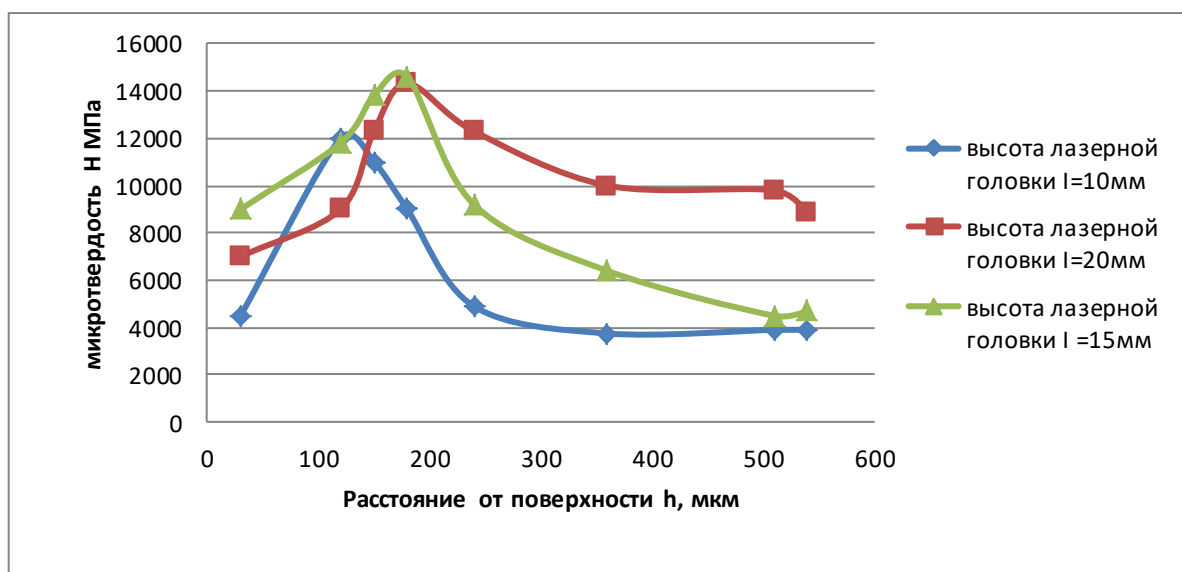


Рис. 7 - Распределение микротвердости наплавленного слоя стали 45 после лазерного легирования с нанесением композиции «W-V-Cr» при скорости сканирования лазерного луча V=1400 мм/м

Высокая поверхностная микротвердость, достаточная глубина упрочненного слоя и плавный переход к микротвердости сердцевины свидетельствует о том, что метод микролегирования с последующей лазерной обработкой стали 45 может быть применен как для восстановления изношенных валов, так и для обработки новых с целью их поверхностного упрочнения.

Заключение. Выбор режима для каждой обрабатываемой детали зависит от специфики работы детали и возможности ее дальнейшей механической обработки. Наибольший интерес представляет лазерная обработка без оплавления. Ее можно использовать для упрочнения поверхности ножей режущих аппаратов уборочных комбайнов импульсным лазерным излучением с большой энергией в импульсе и малым временем воздействия 2-3 с, а также для поверхностного упрочнения валов из предварительно модифицированной стали 45 не-

прерывной лазерной обработкой. Таким образом, результаты данной работы дают возможность разрабатывать дальнейшие пути поиска и подбора режимов закалки без оплавления изделий из сталей марок 45 и X12M.

Библиография

1. Шарая О.А., Пастухов А. Г., Водолазская Н.В. Совершенствование методического обеспечения учебного процесса агроинженеров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 4 (20). С. 41 – 49.
2. Vodolazskaya N. To a question of providing a sustainable development of regional production systems of various level // Współpraca Europejska. № 8 (15). Warszawa, Polska. 2016. P.64 – 70.
3. Водолазская Н.В. Инновационный подход к обеспечению устойчивого развития организационно - экономических систем // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII Международной научно-производственной конференции (п. Майский, 28 – 29 мая 2018 г.): в 2 т. Т. 1. – п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018.– С 51 – 53.
4. Шарая О.А. Влияние лазерной обработки на микротвердость стали X12M // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: материалы XXIII Международной научно-производственной конференции (п. Майский, 28 – 29 мая 2019 г.): в 2 т. Т. 1. – п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019.– С. 158 – 159.
5. Павлюк Р.В., Лебедев А.Т. Повышение эффективности работы зерноуборочных комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 1. С. 4– 5.
6. Кузьмин В.В., Косов Д.С., Новиков А.Л. и др. Система прогнозирования отказов оборудования промышленных предприятий // Надежность и качество сложных систем, № 3 (11), 2015. С. 87 – 90.
7. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Шарая О.А. О причинах отказа и об оценке износа насосного оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. № 3 (11), 2016. С. 14 – 23.
8. Пастухов А.Г. Отказы машин и оборудования // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Междунар. научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики и конструирования машин: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018.– С. 368 – 372
9. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Шарая О.А. К вопросу повышения эксплуатационной надежности некоторых видов промышленного оборудования // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії.. – Краматорськ: ДДМА, №1(40). 2017. С. 48 – 53.
10. Марьян Н.А., Павлюк Р.В., Шумский А. С. Влияние износа высевающих комплектов на качество работы пропашных сеялок в зависимости от их наработки // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 9. С. 72 – 76.
11. Корнев О.С., Водолазская Н.В. О тенденциях повышения эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники // Молодежный аграрный форум - 2018: Материалы Международной студенческой научной конференции. Том 2. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2018. – С. 105.
12. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. и др. Управление качеством производственных процессов и систем // Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.04.02 «Управление качеством», Москва, 2018. 182 с.
13. Pastukhov A., Sharaya O., Vodolazskaya N. et al. Hardening of parts of agricultural machinery with laser micro alloying // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol. 17, – Jelgava, 2018 – P. 1360 – 1365. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.
14. Ovchinnikov V. V., Borovin Y. M., Lukyanenko E. V. et al. Corrosion resistance improvement of 30XGCN2A steel by ion implantation using cathodes based on immiscible components // Inorganic Materials: Applied Research. 2016. V. 7 (4). P. 570-575. doi: 10.1134/s2075113316040262.
15. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Водолазская Н. В. и др. Технология лазерного микролегирования углеродистых сталей для упрочнения деталей сельскохозяйственных машин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 34 – 47.
16. Исагулов А.З., Квон Св.С., Куликов В.Ю. и др. Изучение микроструктуры теплоустойчивых сталей, раскисленных ферросилицием и барием // Металлургия (Сисак, Югославия). 2016. Т. 55. № 3. С. 388 – 390.
17. Шарая О.А., Водолазская Н. В. Упрочнение деталей модельной оснастки // Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации // Труды международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 9). Часть 4. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2017. – С. 96 – 98. ISBN 978-601-315-291-2.
18. Веселовский А.А., Ерофеев В.В., Игнатъев А. Г. Способ увеличения толщины термодиффузионных покрытий при изготовлении и восстановлении деталей сельскохозяйственных машин // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. С. 171 – 175.
19. Шарая О.А., Дахно Л.А. Упрочнение деталей сельскохозяйственной техники и инструмента путем модифицирования поверхности // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. №4. С. 14 – 29.
20. Куликов В.Ю., Аубакиров Д.Р., Квон Св.С. и др. Применение износостойких материалов в металлургической отрасли республики Казахстан // Металлург. 2018. № 10. С. 80 – 83.
21. Шарая О.А., Пастухов А.Г., Водолазская Н.В. и др. Лазерное упрочнение стали 45 // Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации // Труды международной научно-

практической конференции (Сагиновские чтения №7). Часть 3.- Караганда: Изд-во КарГТУ, 2015. – С. 321 – 323.

22. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Упрочнение чугуна диффузионной металлизацией // Иновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 1 (17). С. 68 – 77.

23. Шарая О.А., Водолазская Н.В., Евсеенко А.А. и др. Механизм образования поверхностного слоя чугуна в процессе карбонитрации // Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации // Труды междунар. научно-практической конф.(Сагиновские чтения № 11), 14-15 июня 2019 г. В 5-и частях. Часть 5. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С. 345 – 347.

24. Kvon S.S., Kulikov V.Y., Filippova T.S. et al. Using high-chromium iron as material for production of the equipping components of mine shafts // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2016. Т. 55. № 2. P. 206 – 208.

25. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки / Учеб.пособие для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 664 с.

26. Исагулов А.З., Шарая О.А., Мещанова С.О. и др. Разработка методов поверхностного упрочнения металлических изделий // Труды университета/ Карагандинский государственный технический университет вып. №4. Караганда, 2010. – С. 16 - 18.

References

1. Sharaya O.A., Pastuhov A.G., Vodolazskaya N.V. Sovershenstvovanie metodicheskogo obespecheniya uchebnogo processa agroinzhenerov [Improvement of methodological support of agricultural engineers 'educational process]. Innovations in agro-industrial complex: problems and prospects. 2018. № 4 (20). Pp. 41 – 49.

2. Vodolazskaya N. To a question of providing a sustainable development of regional production systems of various level // Wspólpraca Europejka. № 8 (15). Warszawa, Polska. 2016. Pp. 64 – 70.

3. Vodolazskaya N.V. Innovacionnyj podhod k obespecheniyu ustojchivogo razvitiya organizacionno - ekonomicheskikh sistem [Innovative approach to ensuring sustainable development organizationally - economic systems]. Organic agriculture: problems and prospects: materials XXII of the International research and production conference (Mayskiy, May 28 - 29, 2018): Vol. 1. - Mayskiy: FGBOU Belgorod GAU, 2018. – Pp. 51 - 53.

4. Sharaya O.A. Vliyanie lazernoj obrabotki na mikrotverdost' stali Ch12M [The impact of laser processing on the microhardness of steel Ch12M]. Innovative solutions in agrarian science - a prospection: materials XXIII of the International research and production conference (Mayskiy, May 28 - 29, 2019): Vol. 1. - Mayskiy: FGBOU Belgorod GAU, 2018. – Pp. 158 – 159.

5. Pavlyuk R.V., Lebedev A.T. Povyshenie effektivnosti raboty zernoborochnyh kombajnov [Improving the efficiency of combine harvesters] Machinery in agriculture. 2012. № 1. Pp. 4– 5.

6. Kuz'min V.V., Kosov D.S., Novikov A.L. Idr. Sistema prognozirovaniya otkazov oborudovaniya promyshlennyh predpriyatij [Equipment failure prediction system of industrial enterprises] Reliability and quality of complex systems. № 3 (11), 2015. Pp. 87 – 90.

7. Vodolazskaya N.V., Minasyan A.G., SHaraya O.A. O prichinah otkaza i ob ocenke iznosa nasosnogo oborudovaniya pererabatyvayushchih predpriyatij APK [Reasons for Failure and on Evaluation of Wear of Pumping Equipment of Processing Enterprises of Agro-Industrial Complex] Innovations in Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects. № 3 (11), 2016. Pp. 14 – 23.

8. Pastuhov A.G. Otkazy mashin i oborudovaniya [Failures of machines and equipment]. Current problems of agricultural engineering in the XXI century: Materials International. Scientific and practical conference dedicated to the 30th anniversary of the Department of Technical Mechanics and Machine Design. - Mayskiy: FGBOU Belgorod GAU, 2018. – Pp. 368 – 372

9. Vodolazskaya N.V., Minasyan A.G., Sharaya O.A. K voprosu povysheniya ekspluatacionnoj nadezhnosti nekotoryh vidov promyshlennogo oborudovaniya [To the question of increase in operational reliability of some types of the industrial equipment]. Journal of the Donbas State Machine-Building Academy. Kramatorsk: DDMA, №1(40). 2017. Pp. 48 – 53.

10. Mar'in N.A., Pavlyuk R.V., SHumskij A.S. Vliyanie iznosa vysevayushchih komplektov na kachestvo raboty propashnyh seyalok v zavisimosti ot ih narabotki [Impact of sowing sets wear on the quality of operation of saw seedlings depending on their development]. Achievements of science and technology of agro-industrial complex. 2015. Vol. 29. № 9. Pp. 72 – 76.

11. Kornev O.S., Vodolazskaya N.V. O tendentsiyah povysheniya ekspluatacionnoj nadezhnosti sel'skohozyajstvennoj tekhniki [On Trends in Improving the Operational Reliability of Agricultural Machinery]. Youth Agrarian Forum - 2018: Materials of the International Student Scientific Conference. Vol. 2. - Belhorod: The State University of Belgorodsky GAU, 2018. – Pp. 105.

12. Leonov O.A., SHkaruba N.Zh., Vergazova Yu.G. i dr. Upravlenie kachestvom proizvodstvennyh processov i sistem [Quality Management of Production Processes and Systems]. The training manual for students studying in the training direction 27.04.02 "Quality Management" - Moscow, 2018. – 182 p.

13. Pastukhov A., Sharaya O., Vodolazskaya N. et al. Hardening of parts of agricultural machinery with laser micro alloying // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol/ 17, – Jelgava, 2018– P. 1360 – 1365. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.

14. Ovchinnikov V.V., Borovin Y.M., Lukyanenko E.V. et al. Corrosion resistance improvement of 30XGCN2A steel by ion implantation using cathodes based on immiscible components//Inorganic Materials: Applied Research. 2016. V. 7 (4). P. 570-575. doi: 10.1134/s2075113316040262.

15. Pastuhov A.G., SHaraya O.A., Vodolazskaya N.V. i dr. Tekhnologiya lazernogo mikrolegirovaniya uglerodistykh stalej dlya uprochneniya detalej sel'skohozyajstvennykh mashin [Technology of laser microalloying of carbon steels for strengthening the parts of agricultural machines]. Innovations in agribusiness: problems and prospects. 2016. № 2 (10). Pp. 34 – 47.
16. Isagulov A.Z., Kvon Sv.S., Kulikov V.YU. i dr. Izuchenie mikrostruktury teploustojchivyykh stalej, raskislennykh ferrosilicem i bariem [Study of microstructure of heat-resistant steels deoxidized with ferrosilicon and barium]. Metallurgy (Sisak, Yugoslavia). 2016. Vol. 55. № 3. Pp. 388 – 390.
17. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Uprochnenie detalej model'noj osnastki [Strengthening of parts of model equipment] Integration of science, education and production - the basis of implementation of the National Plan // Works of the international scientific and practical conference (Saginovsky readings № 9). Part 4. - Karaganda: KarGTU, 2017. – Pp. 96 – 98. ISBN 978-601-315-291-2.
18. Veselovskij A.A., Erofeev V.V., Ignat'ev A.G. Sposob uvelicheniya tolschchiny termodiffuzionnykh pokrytij pri izgotovlenii i vosstanovlenii detalej sel'skohozyajstvennykh mashin [Method of increasing the thickness of thermal diffusion coatings in the manufacture and restoration of agricultural machine parts] Works of GOSNITI. 2016. Vol. 123. Pp. 171 – 175.
19. Sharaya O.A., Dahno L.A. Uprochnenie detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki i instrumenta putem modifitsirovaniya poverhnosti [Strengthening the details of agricultural machinery and tools by modifying the surface]. Innovations in agro-industrial complex: problems and prospects. 2014. №4. Pp. 14 – 29.
20. Kulikov V.Yu., Aubakirov D.R., Kvon Sv.S. i dr. Primenenie iznosostojkikh materialov v metallurgicheskoy ot-rasli respubliki Kazahstan [Application of wear-resistant materials in the metallurgical industry of the Republic of Kazakhstan]. Metallurg. 2018. № 10. Pp. 80 – 83.
21. Sharaya O.A., Pastuhov A.G., Vodolazskaya N.V. i dr. Lazernoe uprochnenie stali 45 [Laser strengthening of steel 45]. Integration of science, education and production - the basis of implementation of the National Plan // Works of the International Scientific and Practical Conference (Saginovsky Readings No. 7). Part 3. - Karaganda: KarGTU, 2015. – Pp. 321 – 323.
22. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Uprochnenie chuguna diffuzionnoj metallizatsiej [Strengthening cast iron by diffusion metallization]. Innovations in agro-industrial complex: problems and prospects. 2018. № 1 (17). Pp. 68 – 77.
23. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V., Evseenko A.A. i dr. Mekhanizm obrazovaniya poverhnostnogo sloya chuguna v processe karbonitratsii [The mechanism of formation of the surface layer of cast iron in the process of carbonitration]. Integration of science, education and production - the basis of implementation of the National Plan // Works of international scientific and practical concordance. (Saginovsky readings № 11), June 14-15, 2019. Part 5. - Karaganda: KarGTU, 2019. – Pp. 345 – 347.
24. Kvon S.S., Kulikov V.Y., Filippova T.S. et al. Using high-chromium iron as material for production of the equipping components of mine shafts // Metallurgija (Zagreb, Croatia). 2016. T. 55. № 2. Pp. 206 – 208.
25. Grigor'yanc A.G., SHiganov I.N., Misyurov A.I. Tekhnologicheskie processy lazernoj [Technological processes of laser processing]. Studies. a grant for higher education institutions. - M.: MGTU im. N.E. Baumana, 2006. 664 p.
26. Isagulov A.Z., Sharaya O.A., Meshchanova S.O. i dr. Razrabotka metodov poverhnostnogo uprochneniya metallicheskikh izdelij [Development of methods of surface hardening of metal products] University Works / Karaganda State Technical University №4. Karaganda, 2010. Pp. 16 - 18.

Сведения об авторах

Шарая Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: sharay61@mail.ru

Водолазская Наталия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: vnv26@bk.ru

Information about authors

Sharaya Olga, PhD, 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, e-mail: sharay61@mail.ru

Vodolazskaya Nataliya, PhD, 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, e-mail: vnv26@bk.ru.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 332.02

В.Л. Аничин, А.Ю. Желябовский

ФОРМЫ И МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУБЛИЧНОЙ ВЛАСТИ И РЕГИОНАЛЬНЫХ БИЗНЕС-СТРУКТУР

Аннотация. Взаимодействие публичной власти и бизнес-структур служит движущей силой современной экономики. Ареной этого взаимодействия выступают территории фактического и потенциального присутствия бизнеса. В итоге социально-экономическое развитие регионов во многом зависит от эффективности применяемых форм и механизмов взаимодействия публичной власти и бизнес-структур, функционирующих в хозяйственном пространстве регионов. Важно обеспечить комплексное применение взаимодополняющих форм и механизмов взаимодействия с учетом региональных особенностей, возможностей коммерческих организаций, интересов власти и бизнеса. Между тем в научной и учебной литературе уделяется внимание преимущественно контактными формам. Наиболее распространены публикации, посвященные вопросам государственно-частного партнерства. Тематика и содержание публикаций не соответствует реальной структуре применяемых форм и механизмов, что ограничивает возможности совершенствования тех из них, которые выпадают из внимания исследователей. Требуют развития бесконтактные формы взаимодействия, для которых характерно отсутствие каких-либо договоренностей между сторонами, действующими исходя из собственных интересов. Бесконтактное взаимодействие власти и бизнеса имеет место, прежде всего в сфере целеполагания. Содержание гражданского законодательства оказывает информационное давление на бизнес-структуры, в соответствии с которым большинство коммерческих организаций в своих уставах обозначают в качестве основной цели извлечение прибыли. В настоящее время более сбалансированной целью представляется создание добавленной стоимости, что отвечает интересам предпринимателей и наемных работников. Назрели институциональные изменения, направленные на переориентацию бизнес-структур с получения прибыли на развитие, не противоречащее целям, обозначенным в программных документах региона присутствия.

Ключевые слова: публичная власть, бизнес-структуры, формы взаимодействия, целеполагание.

FORMS AND MECHANISMS OF INTERACTION BETWEEN PUBLIC AUTHORITIES AND REGIONAL BUSINESS STRUCTURES

Abstract. The interaction of public authorities and business structures is the driving force of the modern economy. The arena of this interaction is the territory of the actual and potential presence of business. As a result, the socio-economic development of the regions largely depends on the effectiveness of the forms and mechanisms of interaction between the public authorities and business structures operating in the economic space of the regions. It is important to ensure a comprehensive application of complementary forms and mechanisms of interaction, taking into account regional characteristics, the capabilities of commercial organizations, the interests of government and business. Meanwhile, the scientific and educational literature focuses mainly on contact forms. Publications on public-private partnerships are the most widely distributed. The subject matter and content of publications do not correspond to the actual structure of the forms and mechanisms used, which limits the possibilities of improving those of them that fall out of the attention of researchers. Require the development of contactless forms of interaction, which is characterized by the absence of any agreements between the parties acting on the basis of their own interests. Contactless interaction between government and business takes place, primarily in the field of goal-setting. The content of civil legislation exerts information pressure on business structures, according to which the majority of commercial organizations in their charters designate profit as the main goal. A more balanced goal now seems to be the creation of value added, which is in the interests of entrepreneurs and employees. Institutional changes aimed at reorienting business structures from profit to development that does not contradict the goals outlined in the program documents of the region of presence are overdue.

Keywords: public power, business structures, forms of interaction, goal-setting.

Введение. Основными особенностями современной социально-экономической системы Российской Федерации являются, во-первых, сочетание государственного управления и частного предпринимательства; во-вторых, значимая роль регионов, выступающих в качестве квази-корпораций. С.Г. Еремеев и др. отмечают, что в отличие от центрального и местного уровня управления региональный уровень присущ далеко не всем государствам [3]. Поэтому изучение форм и механизмов взаимодействия публичной власти и региональных бизнес-структур актуально для российской теории и практики и является предметом исследования многих ученых в области региональной экономики.

В соответствии с Указом Президента РФ «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» от 16.01.2017 №13, регион – это часть территории Российской Федерации в границах территории субъекта Российской Федерации [6].

Регион представляет собой территорию, отличающуюся от других по ряду существенных признаков. Такими признаками могут быть отраслевая структура, уровень экономического развития, климатические условия и др. Применительно к России наиболее существенным признаком выступает политико-административная подчиненность.

Изложение основного материала исследований и их обсуждение. Необходимость эффективного взаимодействия публичной власти и региональных бизнес структур определяется тем, что частные предприятия в современной России составляют более чем 80% от общей численности предприятий (рисунок 1).

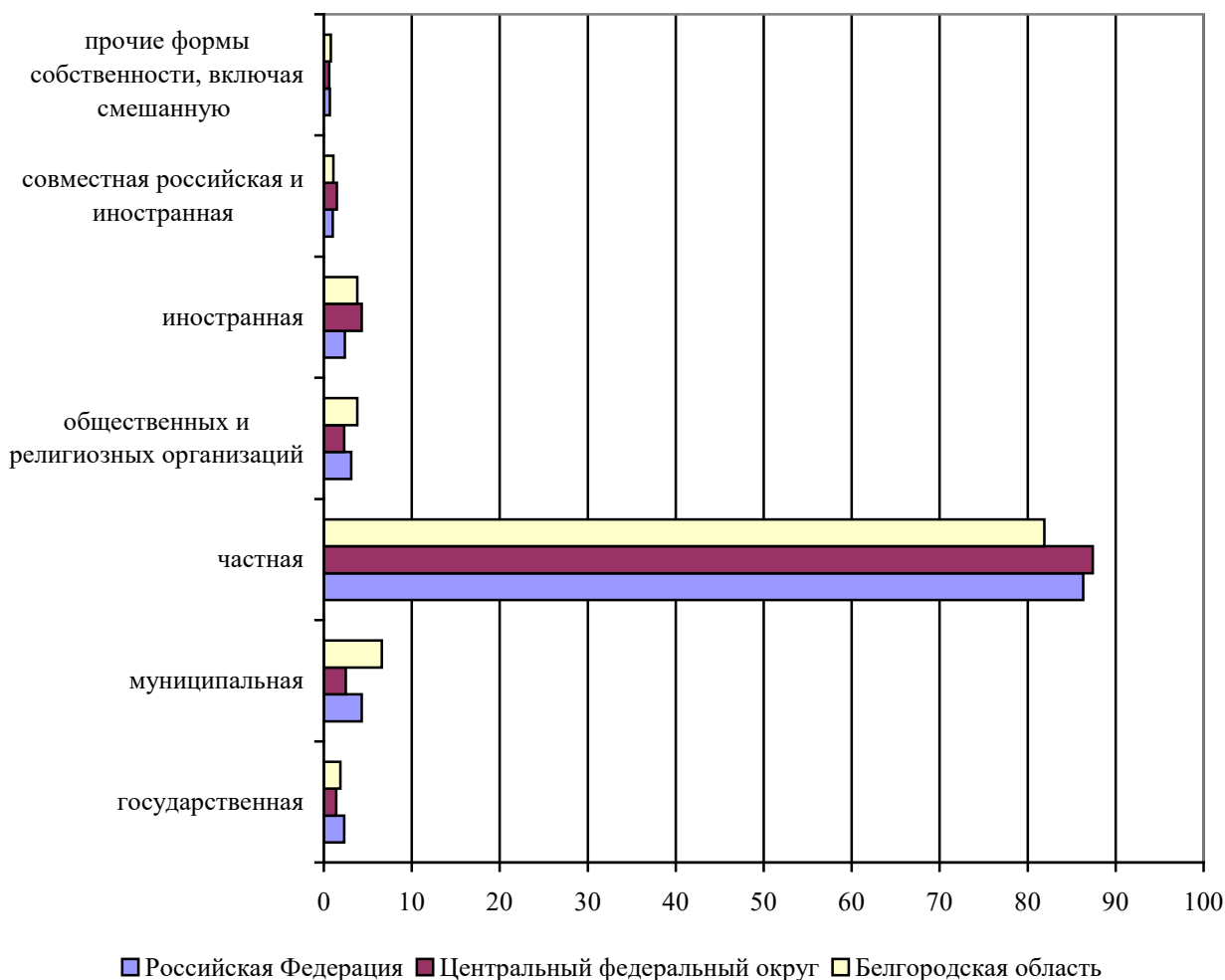


Рис. 1. Распределение предприятий и организаций по формам собственности на конец 2017 г., % (по данным Росстата [10])

По обороту частные предприятия также занимают наибольшую долю (рисунок 2).

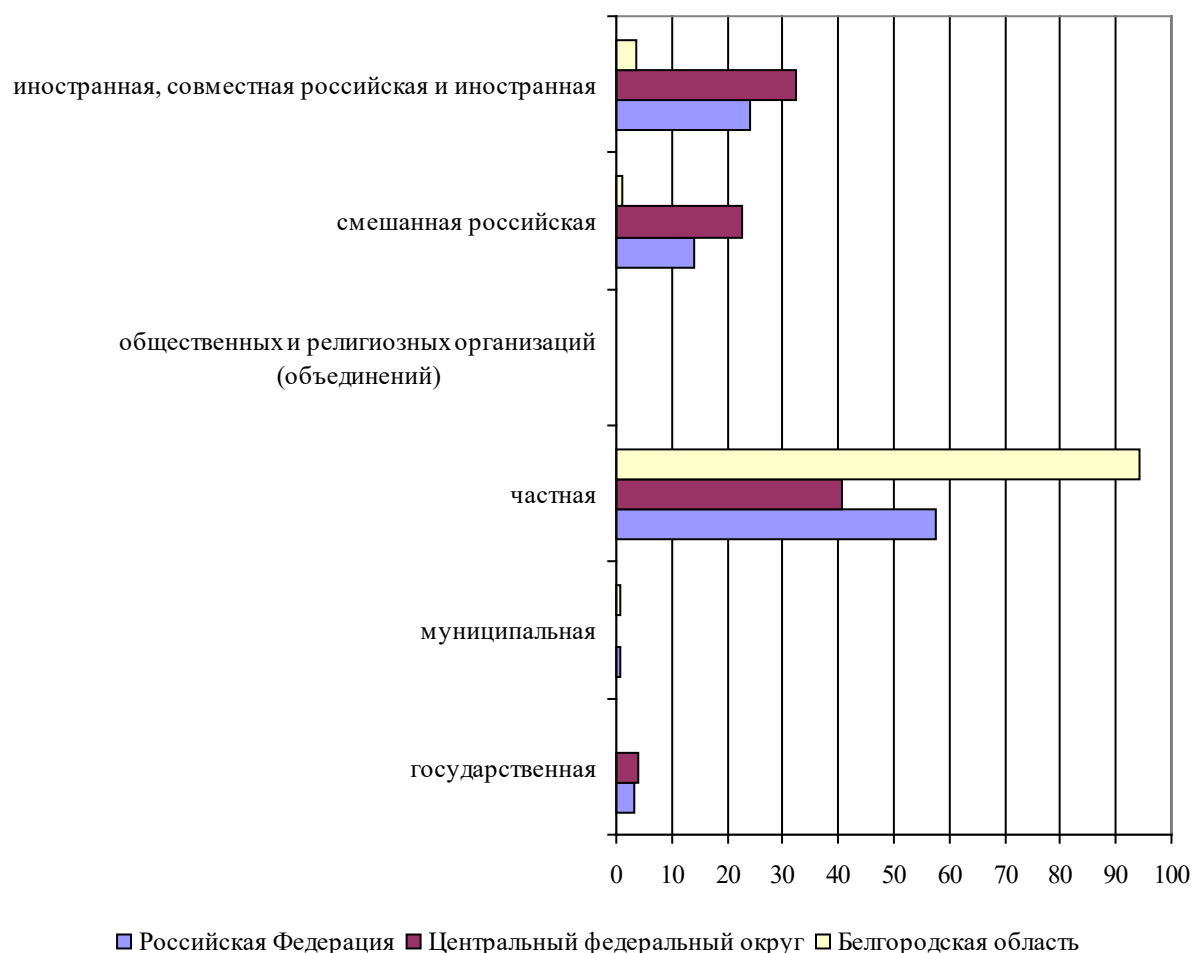


Рис. 2. Распределение оборота предприятий и организаций по формам собственности в 2017 г., % (по данным Росстата [10])

В отдельных регионах доля частных предприятий в общем обороте превышает 90%. Для таких регионов, к которым относится Белгородская область, налаживание эффективного взаимодействия публичной власти и региональных бизнес структур имеет особое значение.

В связи с социально-экономической значимостью взаимодействия публичной власти и региональных бизнес структур возникает необходимость изучения существующих форм и механизмов такого взаимодействия и оценки их эффективности.

Прежде всего, необходимо определиться с тем, что следует понимать под формой взаимодействия. По нашему мнению, контактная форма взаимодействия публичной власти и бизнес-структур – это организационно-правовая оболочка, регламентирующая организационно-экономические отношения участников взаимодействия.

Отсюда следует, что первым отличительным признаком контактной формы взаимодействия является регламентирующий ее нормативно-правовой акт.

Четко различать формы взаимодействия позволяет то обстоятельство, что они имеют конкретное наполнение в виде соответствующего механизма. Здесь уместно уточнить имеющиеся представления о механизме взаимодействия публичной власти и бизнес-структур.

Л.Е. Мошкова предлагает рассматривать механизм взаимодействия государственных органов и крупных корпоративных структур на территории присутствия как систему социальных институтов, методов и инструментов, набора рычагов взаимного воздействия сторон, использование которых позволяет решать вопросы партнерского взаимодействия, обеспечивает достижение целевой функции данного механизма – достижение баланса интересов всех сторон, участвующих в социально-экономическом развитии территории присутствия. При этом, по мнению Л.Е. Мошковой, основным инструментом механизма взаимодействия

государственных органов и бизнес-структур служит процесс переговоров между сторонами и партнерами. Данный инструмент является центральным, другие составляющие элементы механизма призваны обслуживать его действие, обеспечивать его эффективное функционирование [8].

По нашему мнению, не следует рассматривать какой-либо инструмент основным в целом, без привязки к конкретному механизму взаимодействия. Что касается процесса переговоров, то даже для государственно-частного партнерства (далее по тексту – ГЧП) этот инструмент будет одним из основных, но не более важным, чем, например, стимулирование выполнения договоренностей.

Взаимодействие между властью и бизнесом имело и имеет место вне сфер ГЧП, Госзаказа и других форм, предполагающих заключение и исполнение договоренностей и контрактов. Такое бесконтактное взаимодействие генерируется, прежде всего, путем создания институтов. Институты, в первую очередь гражданское законодательство, федеральные и региональные социально-экономические программы задают условия и направления предпринимательской деятельности. Таким образом, бесконтактное взаимодействие власти и бизнеса имеет место, прежде всего в сфере целеполагания.

Значение бесконтактного взаимодействия не стоит недооценивать. В начале 90-х годов прошлого века в Гражданском кодексе РФ было зафиксировано разграничение организаций на коммерческие и некоммерческие и указано на то, что первые в качестве основной своей цели преследуют извлечение прибыли. Последнее положение переключалось в учебники по экономике и многие научные статьи как аксиома. Это послужило своеобразным информационным давлением на бизнес, выразившееся в том, что большинство коммерческих организаций в своих уставах обозначили получение прибыли как главную цель.

Однако то, что было хорошо для начального этапа развития рыночных отношений, малоприспособлено для последующего развития. Так, М.К. Жемчугов, отмечает, что критерий прибыли стал все менее и менее эффективен, а то стремление получить максимальную прибыль оборачивалось даже ее падением [4]. Видение прибыли в роли главной цели современной коммерческой организации подвергается критике также в работах А.И. Пригожина [9], А.И. Орлова [7], Н.А. Алексеевой и В.И. Корнякова [1].

Более сбалансированной целью (с учетом интересов предпринимателей и наемных работников) представляется добавленная стоимость. В масштабе региона – это валовой региональный продукт.

Важность влияния на целеполагание бизнес-структур на территориях присутствия последних отмечают в своей статье Л.М. Никитина, И.Е. Рисин и С.М. Сотников. По мнению этих авторов, целеполагание бизнес-структур сопряжено с оценкой их внешней среды. Значимыми компонентами информационной базы, необходимой для решения такой задачи, являются апробированные в российской практике публичного управления новые документы стратегического планирования социально-экономического развития субъектов РФ: стратегии регионального развития, а также схемы (планы) развития и размещения производительных сил региона [5].

Таким образом, форма взаимодействия публичной власти и бизнес-структур региона представляет собой внешнее выражение внутреннего содержания взаимообусловленного состояния и развития сторон. Анализ и обобщение релевантных публикаций позволяют заключить, что имеют место два основных типа такого взаимодействия: 1) бесконтактное взаимодействие; 2) контактное взаимодействие.

Отличительным признаком бесконтактного взаимодействия служит отсутствие каких-либо договоренностей между сторонами, каждая из которых действует исходя из собственных интересов, принимая или не принимая во внимание действия другой стороны и возникающие при этом обстоятельства (рисунок 3).

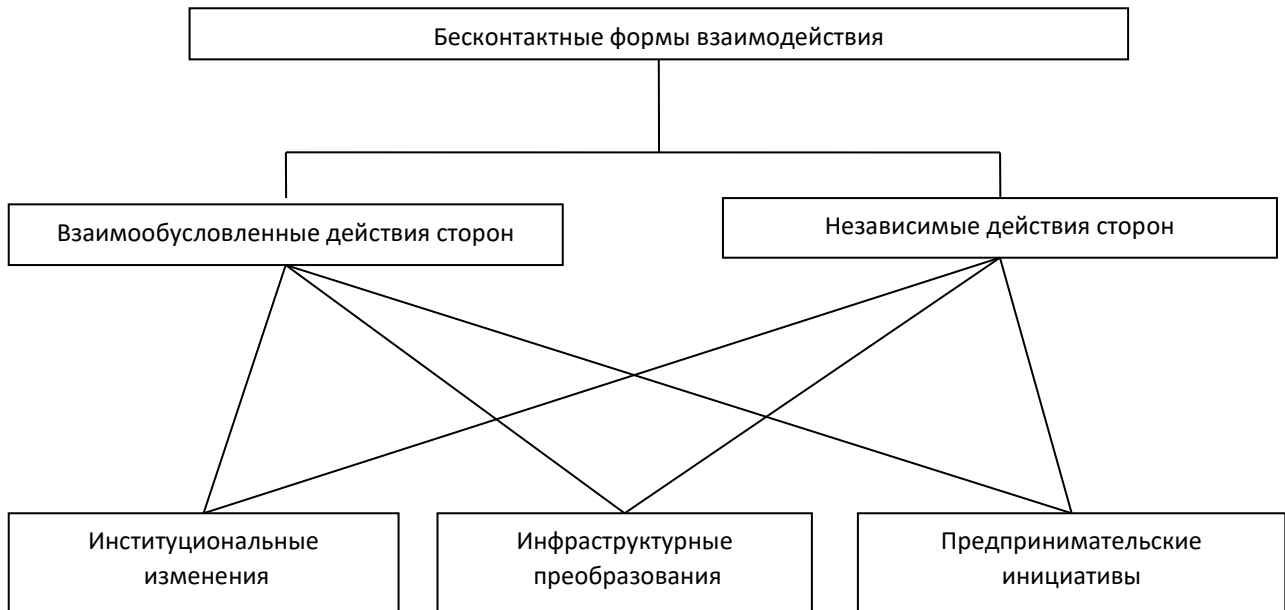


Рис. 3. Виды бесконтактного взаимодействия публичной власти и бизнес-структур

Механизм бесконтактного взаимодействия включает такие инструменты влияния как целеполагание, обнародование результатов деятельности и намерений.

Отличительным признаком контактного взаимодействия выступает коммуникация, промежуточным результатом которой служит устная договоренность или письменный договор, а конечным результатом – действия, оговоренные сторонами. В большинстве своем разновидности контактной формы регламентируются нормативно-правовыми актами.

Механизм контактного взаимодействия включает инструменты, позволяющие оперативно влиять на действия сторон. К их числу принадлежат: переговоры, предупреждения, дополнительные предложения.

Универсальным инструментом бесконтактной и контактной форм взаимодействия служит стимулирование. Основными стимулами выступают: для публичной власти региона – сохранение и укрепление собственного статуса, достижение поставленных целей в социально-эколого-экономическом развитии региона; для бизнес-структур на территории их присутствия – политическая поддержка, перспективы развития, достижение экономических целей.

Выводы. Исходя из изложенного выше, имеются основания утверждать следующее:

- 1) вектор развития российской социально-экономической системы задается в экономическом пространстве регионов управляемым взаимодействием публичной власти и региональных бизнес структур;
- 2) эффективность взаимодействия публичной власти и региональных бизнес структур является определяющим фактором социально-экономического развития отдельно взятых регионов и страны в целом;
- 3) совершенствование форм и механизмов взаимодействия публичной власти и региональных бизнес структур является наиболее актуальной проблемой в сфере управления экономикой регионов.

Библиография

1. Алексеева Н.А. Дирижизм и воспроизводственный поворот / Н.А. Алексеева, В.И. Корняков // Теоретическая экономика. 2015. № 1. С. 24–35.
2. Аничин В.Л. Целеполагание в механизме управления устойчивым развитием региона / В.Л. Аничин, А.Ю. Желябовский // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2018. Т. 45. № 3. С. 411-421.
3. Еремеев С.Г. Государственная политика и управление: учеб. пособие / С.Г. Еремеев, Р.М. Вульфович, Г.И. Грибанова, С.Н. Большаков, Ю.М. Большакова; под ред. Г.И. Грибановой. – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2019. – 304 с.

4. Жемчугов М.К. Цель и целеполагание в теории социальной организации / М.К. Жемчугов // Проблемы экономики и менеджмента. 2012. №4. С. 6-13.
5. Никитина Л.М. Инструменты стратегического планирования развития региона и их востребованность в целеполагании бизнес-структур / Л.М. Никитина, И.Е. Рисин, С.М. Сотников // В сборнике: Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления. Материалы XIV международной научно-практической конференции. Под редакцией И.Е. Рисина. 2019. С. 77-82.
6. Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года / Указ Президента РФ от 16.01.2017 №13 [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/rtfcache/LAW210967_0_20170314_171353_54847.rtf
7. Орлов А.И. Вперед к Аристотелю: освободить экономическую теорию от извращений / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 127. С. 478-500.
8. Особенности взаимодействия бизнеса и власти: учебное пособие / коллектив авторов под ред. И.Ю. Беляевой, О.В. Даниловой. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – 233 с.
9. Пригожин А.И. Цели бизнеса: формирование и развитие / А.И. Пригожин // Общественные науки и современность. 2015. № 1. С. 127-138.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. / Росстат. – М., 2018. –1162 с.

References

1. Alekseeva N.A. Dirizhizm i vosproizvodstvennyj povorot [The dirigisme and reproduction turn] / N.A. Alekseeva, V.I. Korniyakov // Teoreticheskaya ekonomika. 2015. № 1. S. 24–35.
2. Anichin V.L. Celepolaganie v mekhanizme upravleniya ustojchivym razvitiem regiona / V.L. Anichin, A.YU. Zhelyabovskij [Goal-Setting In The Governance Of Sustainable Development In The Region] // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika. 2018. T. 45. № 3. S. 411-421.
3. Eremeev S.G. Gosudarstvennaya politika i upravlenie: ucheb. Posobie [Public policy and management: a study guide] / S.G. Eremeev, R.M. Vul'fovich, G.I. Gribanova, S.N. Bol'shakov, YU.M. Bol'shakova; pod red. G.I. Gribanovoj. – SPb.: LGU im. A.S. Pushkina, 2019. – 304 s.
4. Zhemchugov M.K. Cel' i celepolaganie v teorii social'noj organizacii [Purpose and goal-setting in the theory of social organization] / M.K. Zhemchugov // Problemy ekonomiki i menedzhmenta. 2012. №4. S. 6-13.
5. Nikitina L.M. Instrumenty strategicheskogo planirovaniya razvitiya regiona i ih vostrebovannost' v celepolaganii biznes-struktur [Tools for strategic planning of the region's development and their relevance in the goal-setting of business structures] / L.M. Nikitina, I.E. Risin, S.M. Sotnikov // V sbornike: Aktual'nye problemy razvitiya hozyajstvuyushchih sub"ektov, territorij i sistem regional'nogo i municipal'nogo upravleniya Materialy XIV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod redakciej I.E. Risina. 2019. S. 77-82.
6. Ob utverzhenii Osnov gosudarstvennoj politiki regional'nogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda [About the statement of Bases of the state policy of regional development of the Russian Federation for the period till 2025] / Ukaz Prezidenta RF ot 16.01.2017 №13 [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/cons/rtfcache/LAW210967_0_20170314_171353_54847.rtf
7. Orlov A.I. Vpered k Aristotel'yu: osvobodit' ekonomicheskuyu teoriyu ot izvrashchenij [Moving forward to Aristotle: we must be free from the perversions of economic theory] / A.I. Orlov // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 127. S. 478-500.
8. Osobennosti vzaimodejstviya biznesa i vlasti: uchebnoe posobie [Features of interaction between business and government: a study guide] / kollektiv avtorov pod red. I.YU. Belyaevoj, O.V. Danilovoj. – Tver': Tver. gos. un-t, 2018. – 233 s.
9. Prigozhin A.I. Celi biznesa: formirovanie i razvitie [Business goals: formation and development] / A.I. Prigozhin // Obshchestvennye nauki i sovremennost'. 2015. № 1. S. 127-138.
10. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. [Regions of Russia. Socio-economic indicators] 2018: Stat. sb. / Rosstat. - M., 2018. -1162 s.

Сведения об авторах

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор кафедры организации и управления ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Желябовский Александр Юрьевич, аспирант кафедры организации и управления ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: alex.zhelyabovskiy@gmail.com

Information about authors

Anichin Vladislav L., doctor of economic Sciences, Professor of the Department of organization and management of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: vladislavanichin@rambler.ru

Zhelyabovskiy Alexander Yu, postgraduate student of the Department of organization and management of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: alex.zhelyabovskiy@gmail.com

УДК:336.226.4631.1

Л.А. Решетняк

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЕСХН ДЛЯ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Аннотация. В соответствии со ст. 57 Конституции РФ каждый гражданин, а также юридическое лицо обязаны платить налоги, предусмотренные НК РФ. Налоговые платежи оказывают непосредственное влияние на производственно - финансовую деятельность организации. По отдельным уплачиваемым налогам организациям предоставляются льготы, но лишь при соблюдении определенных условий. Минимизировать налоговые платежи возможно с применением различных систем налогообложения, которые по-разному влияют на формирование налогооблагаемой базы, а, следовательно, на финансовый результат деятельности организации. Поэтому финансовую стабильность и конкурентоспособность предприятия возможно обеспечить, выбрав такую систему налогообложения, которая бы позволила выполнять обязательства перед государством, работниками, другими партнерами и осуществлять собственные бизнес – проекты. В настоящее время Налоговым Кодексом РФ предусмотрены и рекомендованы организациям различные системы налогообложения. Для отдельных категорий рекомендованы специальные режимы налогообложения, такие как ЕСХН, ЕНВД, УСН и другие. В статье рассмотрены особенности применения такой системы налогообложения для сельхозтоваропроизводителей, как ЕСХН. Приведены преимущества и недостатки ЕСХН в сравнении с другими налоговыми системами, рекомендованными НК РФ. Проведен расчет показателей и выявлен экономический эффект при переходе с общей системы налогообложения на ЕСХН на примере конкретного предприятия. Внесены рекомендации по применению ЕСХН сельхозтоваропроизводителями.

Ключевые слова: налоги, налоговые режимы, ЕСХН, налоговое бремя, преимущества ЕСХН, недостатки ЕСХН, возмещение НДС.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USCH FOR AGRICULTURAL PRODUCERS

Abstract. In accordance with Art. 57 of the Constitution of the Russian Federation every citizen and legal entity are obliged to pay taxes under the tax code. Tax payments have a direct impact on the production and financial activities of the organization. For certain taxes paid, organizations are granted benefits, but only if certain conditions are met. To minimize tax payments is possible with the use of different tax systems, which differently affect the formation of the tax base, and, consequently, the financial result of the organization. Therefore, the financial stability and competitiveness of the enterprise can be ensured by choosing a tax system that would allow to fulfill obligations to the state, employees, other partners and carry out their own business projects. Currently, the Tax Code of the Russian Federation provides and recommends various tax systems to organizations. For certain categories, special tax regimes are recommended, such as the cap, UTII, STS and others. The article discusses the features of the application of such a system of taxation for agricultural producers, as the cap. The advantages and disadvantages of the cap in comparison with other tax systems recommended by the tax code are presented. The calculation of indicators and the economic effect of the transition from the General system of taxation on Eshna example a particular company. Made recommendations on the use of eshn agricultural producers.

Keyword: taxes, tax regimes, UAT, tax burden, benefits UAT, UAT deficiencies, a VAT refund.

Любое современное государство уплачивает множество различных видов платежей, взносов, сборов и других аналогичных отчислений в государственную казну. Уплата налогов и сборов в бюджет Российской Федерации закреплена в статье 57 Конституции РФ, которая гласит, что каждый обязан уплачивать законно установленные налоги и сборы.

Налоги и сборы уплачиваются в целях финансового обеспечения деятельности государств. Законодательством РФ в настоящее время установлены и действуют следующие налоги и сборы:

Федеральные – налог на добавленную стоимость, акцизы, налог на прибыль организаций, налог на доходы физических лиц, налог на добычу полезных ископаемых, водный налог, сборы за пользование объектами животного мира и за пользование объектами водных биологических ресурсов, государственная пошлина;

Региональные налоги – налог на имущество организаций, налог на игорный бизнес, транспортный налог;

Местные налоги – земельный налог, налог на имущество организаций.

В целях упрощения налоговых отношений для отдельных категорий налогоплательщиков в РФ введены специальные режимы налогообложения, представленные в Налоговом Кодексе РФ [1]:

- система налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей – единый сельскохозяйственный налог (ЕСХН);
- упрощенная система налогообложения (УСН)[5];
- система налогообложения в виде единого налога на вмененный доход для отдельных видов деятельности (ЕНВД);
- система налогообложения при выполнении соглашений о разделе продукции.

Другой категорией фискальных платежей являются таможенные пошлины – ввозные (импортные) и вывозные (экспортные).

Значительная доля фискальных изъятий осуществляется через обязательные платежи в государственные внебюджетные фонды: Фонд социального страхования, Пенсионный фонд, Фонд обязательного медицинского страхования.

Каждый из названных налогов, сборов и иных обязательных платежей имеют законодательно установленные условия (элементы) исчисления, начиная от объекта формирования облагаемой базы, ставки и т.д. до порядка расчетов с государством по соответствующим платежам.

При этом исчисление конкретных налогов и сборов напрямую связано с отдельными экономическими категориями (обороты по реализации, прибыль и условия ее формирования, оплата труда и т.д.), изменения которых влекут за собой и изменения платежей. Как правило, эти изменения носят взаимозависимый характер.

Например, изменения по оплате труда (увеличение, уменьшение, применение поощрительных выплат и т.д.) оказывают влияние на формирование облагаемой базы для таких налогов, как налог на прибыль, НДФЛ, НДС, социальные страховые платежи во внебюджетные фонды и др.[4].

Нередко позитивные, на первый взгляд, изменения налогового законодательства отрицательно влияют на другие экономические категории предприятий и организаций, снижают их экономическую активность. Поэтому для товаропроизводителей важно проанализировать эффективность применения различных систем налогообложения и выбрать наиболее оптимальную, которая бы способствовала оптимизации налогооблагаемой базы и снижению налогового бремени, что и подтверждает актуальность темы исследования.

Целью исследования является внесение рекомендаций и обоснование возможности перехода предприятия на уплату ЕСХН.

Применение специального режима налогообложения в виде единого сельскохозяйственного налога имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Поэтому принятие решения о переводе на условия этого режима требует взвешенного подхода и анализа экономических показателей, прямо или косвенно связанных с налогообложением.

Положительным, безусловно, является сокращение отчетности по налогообложению, поскольку вместо трех деклараций и расчетов к ним, предприятия, применяющие этот режим, представляют одну декларацию по уплачиваемому налогу. Более того, предприятия, работающие в режиме ЕСХН, имеют право на представление декларации по земельному и транспортному налогам в те же сроки, что и по единому сельскохозяйственному налогу.

Однако, при принятии решения о переходе на режим налогообложения в виде ЕСХН, предприятиям необходимо проанализировать все варианты выгодности такого перехода. Особое внимание следует обратить на тот факт, что, если предприятие освобождается от обязанности по начислению и уплате НДС, то оно утрачивает право и на возмещение «входного» НДС, т. е. НДС предъявляемого им продавцами при приобретении товароматериальных ценностей и оплате работ и услуг [3].

Таким образом, исходя из специфики деятельности сельскохозяйственным предприятиям, особенно имеющим большие обороты по реализации, переход на уплату единого сельскохозяйственного налога чаще всего экономически не выгоден.

Рассмотрим на примере ООО «Агросервис» Белгородского района возможность применения ЕСХН, его положительные стороны и недостатки.

Предприятие в настоящее время работает на общих условиях налогообложения. Отличительной чертой этих условий является освобождение прибыли, полученной от сельскохозяйственной деятельности, от налога на прибыль, льготное обложение налогом на имущество организаций отдельных объектов налогообложения, занятых исключительно в сельском хозяйстве, начисление НДС на реализуемую сельскохозяйственную продукцию продовольственного значения по льготной ставке 10% и возмещение сумм НДС, уплаченных поставщикам и не покрываемых суммами НДС, начисленными при продаже продукции, за счет бюджета.

Общая система налогообложения предусматривает уплату различных видов налогов, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура налогов и сборов, уплачиваемых ООО «Агросервис»

Виды налогов и сборов	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Отклонение 2018 г. от	
	тыс. руб.	тыс. руб.	тыс. руб.	2016 г.	2017 г.
Налог на прибыль	7495	2861	887	-6608	-1974
Налог на добавленную стоимость	19397	-7782	6467	-12930	14249
Налог на имущество организации	112	128	1555	1443	1427
Земельный налог	889	804	804	-85	0
Налог на доходы физических лиц	4074	3960	3587	-487	-373
Другие налоги и сборы,	161	363	180	19	-183
в том числе транспортный налог	161	151	180	19	-183
Всего налогов, сборов и обязательных платежей	32128	334	13480	-18648	13146
в т. ч. платежи в государственный бюджет	32128	334	13480	-18648	13146
Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды, всего	8924	9007	8309	-615	-698
из них на обязательное социальное страхование	760	788	745	-15	-43
- на обязательное пенсионное страхование	6494	6579	6097	-397	-482
- на обязательное медицинское страхование	1670	1640	1477	-193	-163
- взносы на страхование по травматизму	688	676	608	-80	-68
Всего фискальных изъятий	40363	9341	21789	-18574	12448
Справочно:					
Выручка от реализации продукции (работ, услуг)	528347	284243	472216	56131	244104
Платежи, принимаемые в расчет налогового бремени (без НДФЛ)	36289	5381	18202	-18087	12821
Платежи с учетом корректировки по взносам страховых платежей				0	0
Налоговое бремя, %	6,9	1,9	3,9	-3,1	2,0
Прибыль от продаж	156183	86878	305658	149475	218780
Краткосрочные обязательства	279771	155090	172980	-106791	17890

Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют о значительном снижении налоговых платежей в отчетном году по сравнению с прошлым и базисным периодом. В целом это объясняется снижением налогооблагаемой базы по соответствующим видам налогов, поскольку значительных изменений в налоговом законодательстве за указанный период не произошло. Так, например сумма налога на прибыль снизилась в отчетном году в сравнении с базисным годом на 6608 тыс. руб., с прошлым - на 1974 тыс. руб.

Следует иметь в виду, что налог на прибыль уплачивается сельхозпредприятиями только по прибыли, получаемой от прочей деятельности и, следовательно, не является стабильным ежегодным платежом.

В 2016 году предприятие уплатило в качестве фискальных изъятий всего 40363 тыс. руб., из которых 889 тыс. руб. (2,2 %) составляли платежи по земельному налогу, 161 тыс. руб. (0,4%) по транспортному налогу и другим обязательным платежам.

Основная доля платежей приходится на налог на доходы физических лиц (4074 тыс. руб. или 10,1%), обязанность по уплате которого предприятие несет в качестве налогового агента.

Уменьшение платежей по НДС на 487 тыс. руб. в сравнении с базисным годом и 373 тыс. руб. в сравнении с прошлым годом объясняется снижением заработной платы работников предприятия, о чем свидетельствует снижение фонда оплаты труда в отчетном году против 2016 года в целом на 12%.

Уменьшение заработной платы работников привело и к снижению отчислений на страховые взносы в государственные внебюджетные фонды. В сравнении с 2016 г. сумма страховых платежей снизилась на 615 тыс. руб., с прошлым годом на 698 тыс. руб.

В целом, налоговое бремя ООО «Агросервис» снизилось в отчетном году в сравнении с базисным годом на 3,1% , с прошлым незначительно возросла на 2,0%.

Министерством финансов России разработана методика расчета налоговой нагрузки, согласно которой налоговая нагрузка определяется отношением суммы уплаченных организацией налогов к сумме выручки, в том числе доходов от прочих продаж.

Вместе с тем, прибыль от продаж в 2018 году по сравнению с 2016 годом выросла на 149475 тыс. руб., на 106791 тыс. руб. снизились краткосрочные обязательства предприятия. Оба эти показателя в значительной степени улучшились, в том числе и за счет права на возмещение НДС, уплачиваемого поставщиками при приобретении товаров (работ, услуг). В условиях ЕСХН эти расходы относятся на затраты производства и удорожают себестоимость продукции.

Кроме того, возвращение такой суммы в оборот предприятия, ускоряет оборачиваемость его оборотных средств, что благоприятно отражается на его финансовом состоянии.

Отличие единого сельскохозяйственного налога (ЕСХН) от общего порядка состоит в том, что предприятие освобождено от начисления налога на прибыль, налога на имущество организаций и НДС. Расчеты по остальным налогам, уплачиваемым предприятием, осуществляются в обычном режиме.

Следует заметить, что в налоговом законодательстве относительно НДС произошли изменения. Дело в том, что до 2019 г. предприятия, применяющие ЕСХН, освобождались также от уплаты налога на добавленную стоимость (кроме товаров, ввезенных на таможенную границу РФ). Начиная с 01.01.2019 г. налогоплательщики единого сельскохозяйственного налога имеют право на освобождение от уплаты НДС только при условии, что за предшествующий налоговый период сумма дохода, полученного при реализации произведенной продукции, работ и услуг без учета НДС не превысила в совокупности: 100 млн. руб. за 2018 год, 90 миллионов рублей за 2019 год, 80 миллионов рублей за 2020 год, 70 миллионов рублей за 2021 год, 60 миллионов рублей за 2022 год и последующие годы (п. 1.ст.145 НК РФ).

Чтобы дать оценку изменений и влияния новых условий налогообложения на экономическую деятельность ООО «Агросервис» рассмотрим изменение отдельных показателей предприятия в случае перехода на уплату ЕСХН (таблица 2).

Исходя из приведенных расчетов, можно сделать вывод, что при переходе на уплату ЕСХН предприятие, хотя и незначительно, но может снизить налоговое бремя на 0,3%, оставаясь при этом плательщиком налога на добавленную стоимость в соответствии с изменениями, произошедшими в налоговом законодательстве в 2019 г.

Как было отмечено ранее, начиная с текущего года сельхозпредприятие может быть освобождено от уплаты НДС, если полученный доход (выручка), от продажи продукции не превышал 100 тыс. руб. в 2018 г.

В ООО «Агросервис» сумма выручки составляет более полумиллиона руб. В том случае, если сумма выручки менее установленного показателя, тогда предприятие освобождается от уплаты НДС, но при этом утрачивает право на возмещение НДС, предъявляемого ему поставщиками материальных ценностей и оказываемых услуг.

Поэтому, оставаясь плательщиком НДС, ООО «Агросервис» не только оставляет за собой право на возмещение указанного налога, но и сохраняет партнеров, которые применяют общую систему налогообложения и также заинтересованы в возмещении НДС [2].

Таблица 2-Сравнительный анализ применения различных систем налогообложения в ООО «Агросервис» исходя из отчетных данных за 2018 год, тыс. руб.

Виды налогов и сборов	Налоги и сборы на общих основаниях	Налоги и сборы в условиях ЕСХН (расчетные)	Отклонение расчетных данных от действующих
Налог на прибыль	887	-	-887
Налог на добавочную стоимость	6467	6467	-
Налог на имущество	1555	-	-1555
Единый сельскохозяйственный налог	-	8830	8830
Земельный налог	804	889	85
Налог на доходы физических лиц	3587	4074	487
Другие налоги и сборы	180	180	-
Всего налогов, сборов и обязательных платежей	13480	20440	6960
Платежи, принимаемые в расчет налогового бремени (без НДС)	18202	16366	-1836
из них:			
в государственный бюджет всех уровней	18202	13480	-4722
государственные внебюджетные фонды, всего	8309	8319	10
в том числе:			
фонд социального страхования	745	745	-
пенсионный фонд	6097	6097	-
фонд мед.страхования	1477	1477	-
взносы на страхование от травматизма	608	608	-
Выручка от реализации	528347	528347	-
Налоговое бремя, %	3,4	3,1	-0,3

При переходе на ЕСХН ООО «Агросервис» должны быть соблюдены определенные условия:

- 1) доля доходов от реализации сельскохозяйственной продукции должна составлять не менее 70% от общего дохода;
- 2) средняя численность работников за каждый из двух календарных лет, предшествующих подаче уведомления, не должна превышать 300 чел.;
- 1) в срок до 31 декабря 2019 г. подать соответствующее уведомление в налоговый орган по месту своего нахождения), в котором указываются данные о доли дохода от продажи произведенной сельскохозяйственной продукции.
- 2) при создании организации она обязана уведомить о переходе на уплату ЕСХН не позднее тридцати календарных дней с даты постановки на учет в налоговом органе.

Таким образом, проведенные расчеты подтверждают необходимость совершенствования налоговой политики в отношении сельхозтоваропроизводителей. Поэтому выбирая налоговый режим предприятие должно ориентироваться на то, что он должен способствовать эффективному его развитию, а не усугублять и без того может быть сложную ситуацию.

Библиография

1. Российская Федерация. Законы. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая) от 31.08.1998 №146-ФЗ (ред. от 02.08.2019)) [Электронный ресурс]. – URL. <http://www.consultant.ru.ru>. (11.09.19)
2. Волобуев В.Р., Здоровец Ю.И. Новое в налоговом и бухгалтерском учете/В книге: Материалы Международной студенческой научной конференции Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2016. С. 92.
3. Наседкина Т.И., Решетняк Л.А., Здоровец Ю.И. (КФХ): Проблемы учета и налогообложения/Монография.Белгород.2014.С.164
4. Халенко Е.А., Решетняк Л.А. НДС: Бухгалтерский и налоговый учет/В книге: Материалы международной студенческой научной конференции 2015. С. 134.
5. Халенко Е.А., Решетняк Л.А. Упрощенная система налогообложения: преимущества и недостатки/ В книге: Материалы Международной студенческой научной конференции Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2016. С. 124.

Bibliografiya

1. Rossijskaya Federaciya. Zakony. Nalogovyy kodeks Rossijskoj Federacii (chast' pervaya) ot 31.08.1998 №146-FZ (red. ot 02.08.2019)/ [Elektronnyj resurs]. – URL. <http://www.consultant.ru.ru>. (11.09.19)
2. Volobuev V.R., Zdorovec YU.I. *Novoe v nalogovom i buhgalterskom uchete/V knige: Materialy Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.YA. Gorina.* 2016. S. 92.
3. Nasedkina T.I., Reshetnyak L.A., Zdorovec YU.I. (KFH): *Problemy ucheta i nalogoblozheniya/Monografiya.*Belgorod.2014.S.164
4. Halenko E.A., Reshetnyak L.A. NDFL: *Buhgalterskij i nalogovyj uchets/V knige: Materialy mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii* 2015. S. 134.
5. Halenko E.A., Reshetnyak L.A. *Uproshchennaya sistema nalogooblozheniya: preimushchestva i nedostatki/ V knige: Materialy Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.YA. Gorina.* 2016. S. 124.

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

UDC 631.15:339.137

M.N. Shevchenko, A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova, D.Y. Chugay, A.V. Lebed

THE CHOICE OF COMPETITIVE STRATEGY OF AGRICULTURAL ENTERPRISE

Abstract. The article discusses the strategic management of an agricultural enterprise in the face of uncertainty. Management should be based on the selection of a basic competitive strategy and the justification of functional strategies. The principle of hierarchy should be observed when building a strategy that should become a means of achieving the goal of enterprise development. The key to long-term success and profitability of an agricultural enterprise is the constant search and creation of competitive advantages. Company managers are aimed at choosing a strategy based on an analysis of factors characterizing the state of the enterprise, taking into account the results of the analysis of various business indicators, as well as the nature and essence of the strategy. When choosing a strategy, it is necessary to take into account the state of the industry and the position of the enterprise on the market; his goals; financial resources; human potential; environmental impact; planning horizon; innovative production potential, marketing and more. The enterprise management strategy should be aimed at increasing its competitiveness. The level of competitiveness depends on the interaction of five competitive forces: suppliers of raw materials, potential new competitors, high-quality products, buyers of products and industry specifics. Agricultural enterprises are forced to work in an unstable, difficult to control environment with a high degree of uncertainty and risk, therefore one of the main directions of increasing the effectiveness of the company's competitiveness management process is a strategic analysis of the environment, both external and internal, to determine prospects and threats, and to adopt effective decisions by managers. In market conditions, each manufacturer seeks to sell his products as expensive as possible, therefore, the final economic efficiency is formed in the sphere of its sale. In addition, sales revenue reflects the positive attitude of consumers to products, competitive position in the market and its growth. To improve the management of competitive strategies of an agricultural enterprise on the basis of the Harvard model of strategic analysis and the concept of a marketing environment adapted to an agricultural enterprise, a conceptual model of the economic mechanism has been developed. This model pays attention to the study of general market parameters, assessing the impact of the microenvironment on the enterprise as a projection of the influence of the macroenvironment and adjusting the competitive strategy. Using the developed mathematical model, the proportions of the products sold were calculated, while the production and sales plan is focused on ensuring maximum income. The optimal strategy of the enterprise is - mixed. The economic efficiency of agricultural production must be improved by searching and developing new markets for manufactured products, as well as optimizing sales channels.

Keywords: management efficiency, enterprise competitiveness, strategy, competitive product, competitors, market, products.

Goal. The competitiveness management mechanism should be considered as the most significant element of the management system that affects the result of the business entity. The purpose of the article is to determine a management strategy in the face of uncertainty, based on the analysis of the possibility of increasing the effectiveness of competitiveness management.

Methodology. In the research process we used: methods of theoretical generalization and comparison of the economic categories "competitiveness" and "strategy", methods of mathematical modeling, namely game theory (for quantifying the management strategy).

Results. Based on the study, a mathematical modeling method is proposed that allows you to quantify the possible income when choosing a management strategy.

Scientific novelty. The proposed solution method allows under the uncertainty to calculate the income of the enterprise, taking into account the choice of a specific strategy. Agricultural enterprises, applying in practice modeling of optimal production volumes, will be able to choose a strategy that can take into account the influence of market factors.

The choice of a strategy in the field of competition is the main priority for the development of the enterprise. This goal assumes that the company will be able to maintain a position that meets its competitive advantages. This article proposes a method for evaluating the chosen strategy of the enterprise.

The results obtained allow us to optimize the volume of our products. Using in practice the theoretical aspects of the economic category "competitiveness", agricultural enterprises in the face of uncertainty will be able to maximize the use of available resources to maximize profits. And it is especially important to take into account the risks associated with the competitive advantages of other producers. Thus, modeling the range of products, production volumes provides the company

with the opportunity to quickly "respond" to the influence of the external environment, as well as help to increase sales volumes.

Formulation of the problem. The vast majority of agricultural enterprises today are characterized by episodic, unsystematic and, as a result, ineffective use of strategic management tools. It is this situation that negatively affects the competitiveness and efficiency of the functioning of business entities. For this reason, the creation of a strategic management system and the development of approaches to improving the functioning of agricultural enterprises based on competitive strategies are paramount tasks and determine the topic of this study.

The main research material. The integration of the domestic economy into the global economic space, the processes of globalization have made it necessary for business entities to act according to the general rules, norms and principles of entrepreneurial activity, to take care not only of operational, but also of promising problems and tasks, to produce, adjust strategic guidelines, and accordingly organize their activities .

The low level of domestic strategic management is due to the conviction of managers in the inappropriateness and impossibility of its implementation in an unstable environment; insufficient level of training and qualifications of managers; weak theoretical validity of the developed strategies; insufficient development of strategic thinking of managerial personnel; their low knowledge of the theory and practice of strategic management.

The implementation of the strategy, as a process, can be divided into two stages: the strategic planning process - the development of a set of strategies, starting with the basic strategy of the enterprise and ending with functional strategies and individual projects; the process of strategic management is the embodiment of a certain strategy in time and space, the reformation of the strategy in the event of new circumstances.

The construction of the enterprise strategy should be carried out according to a hierarchical principle. Moreover, the levels of strategies, their interaction, layout, integration are different depending on the type and size of the enterprise.

A universal strategy for all enterprises does not exist. Each of the enterprises operating in one industry is unique, therefore, the definition of its strategy is also original, since it depends on the position of the enterprise on the market, its potential, development dynamics, competitors' behavior, features of output or services provided, the state of the economy, social sphere and many other factors.

At the present stage, we observe three levels of strategies: the first level – basic strategies, the second – noncompetitive strategies, the third - functional strategies.

In order to choose an enterprise development strategy, it is necessary to study the external and internal environment of the organization, conduct a strategic and competitive analysis, determine the likely options for strategies, then choose one of the options and formulate your own strategy, at the last stage, the final strategic plan is prepared on the basis of previously developed developments.

The high social significance of the agricultural sector attaches particular importance to strategic management in this sector. The theoretical principles of strategic management in many respects do not meet domestic realities, since they are mainly oriented towards stable economies, which are characterized by relative predictability of changes in the external environment and their own resources, a developed and balanced legislative system, high information security of specialists, adaptation of the population to market relations, compliance with the rules of economic behavior.

In the early sixties, a scientific interest arose in the concept and content of enterprise strategy. The concept of strategy over the course of half a century has been repeatedly defined, specified, interpreted, and so on. A. Chekansky in his work, which has already become classical, wrote: "... the strategy is to identify the main long-term goals of the enterprise and to adapt the courses of action and the allocation of resources necessary to achieve the goals ... Since the adoption of a new strategy may lead to the involvement of new types working or production capacities, redrawing the horizons of the business that the company leaders see, this can have a significant impact on the form of organization of the company "[16].

In the early seventies, C. Andrew was given a second key definition of strategy, when the concept of distinctive competence was added to A. Chandler's basic definition. C. Andrew also be-

lieved that the general strategy has two equally important aspects, which are closely interconnected, but can be considered separately: the formulation of the strategy and its implementation. The formulation of the strategy is the establishment of an ideal analytical goal, while its implementation is primarily of an administrative nature. The strategy is to ensure consistency between the internal forces and capabilities of the company and external needs. We also note that the definition of strategy according to C. Andrew is the basis of the modern strategic concept and has highlighted the ideas and problems that are being investigated at the present time.

I. Ansoff developed the concept of strategy on the principles of determining the capabilities of the company and its growth directions, this concept has become decisive for the formation and development of strategic management. It has four basic components:

1. determination of market opportunities and its prospects for the development of diversification;
2. development and detailing of the growth vector or direction in which there is a change in opportunities;
3. highlighting the unique opportunities of both product markets and growth vectors, which I. Ansoff called a competitive advantage;
4. achieving a synergistic effect as a result of combining the competence of the company [2].

M. Porter [9] made a significant contribution to the study of the interpretation of strategy as a basic concept. At this time, a new stage began: the company's strategy was considered only in the context of a competitive environment for it, and any result achieved by the company was now determined by the choice of strategy to ensure a competitive advantage and positioning.

Recently, in the scientific, theoretical and practical publications, the fundamental theme is the search for sources of competitive advantage. The articles of G. Hemel and K. Prahalada, where the competitive advantage of the enterprise is considered as a function of the resources and competence that it owns, aroused interest in scientific research, as noted above. At the present stage, the theory and practice of strategy is at the stage of rethinking its essence in the direction of renewing the importance of the enterprise's internal processes to identify, build, attract, use, protect and exclude strategically significant resources from circulation [16].

A strategy can be defined as a tool used by an enterprise:

- strategy – a set of rules and techniques by which the goals of the development of the enterprise are achieved;
- strategy – a method of action that determines a fully defined and relatively stable line of behavior over a long period of time.

It should be emphasized that the concept of strategy is often interpreted directly in the long-term aspect. In our opinion, the period for which the strategy is determined is a derived quantity and depends on the purpose of the enterprise, the nature and scope of the strategic actions that are planned for implementation. Thus, we can conclude that strategy is not a function of time, but, above all, acts as a function of content, direction of development. Unlike long-term plans, the strategy can be revised and modernized at any time (extreme, but completely possible situation). Without waiting for the end of the planning period, the strategy can be redefined in connection with the implementation of the previous one and so on.

It is logical that the strategic plan is developed on the basis of the approved strategy. However, these concepts are not synonymous due to the fact that the real strategy of any enterprise contains two components: planned actions and necessary amendments in case of unforeseen circumstances (unplanned strategic decisions). According to A.A. Thompson and A.J. Strickland's strategy is best viewed "as a combination of planned actions and quick decisions to adapt to new industry achievements and a new disposition on the field of competition." In other words, an element of unscheduledness, always accompanying any strategy, and distinguishes it from a specific plan [3].

The concept of strategy is most fully developed if it takes into account the dynamic component, goals and set of actions that are decisive for the enterprise and which distinguish it from other enterprises. Initial and determining for the whole strategy are strategic goals. Under the influence of external factors, the goals are revised or adjusted and refined or modified taking into account the presence

of dynamics of internal resources. Based on this, the definition of the concept of strategy should contain three mandatory elements: goals, their adaptation and internal opportunities for achievement.

The works of I. Ansoff highlight several characteristic features of the strategy:

1. The process of developing a strategy does not end with any immediate action. Of course, it ends with the establishment of general directions, the observance of which will ensure the growth and strengthening of the position of the company.

2. A specific strategy should be used to develop strategic projects using the search method. At the same time, the role of a certain filter is assigned to the strategy: all opportunities, sections and directions incompatible with it are discarded.

3. A certain strategy ceases to be necessary as soon as the real development of events becomes appropriate for what is desirable for the organization.

4. When developing a strategy, it is impossible to foresee all the opportunities that will arise when concretizing goals and shaping activities. Therefore, generalized, incomplete and inaccurate information is used regarding various strategic alternatives.

5. If more accurate and more complete information appears, there may be doubt about the validity of the adopted strategy. Therefore, feedback is needed, which allows you to timely identify a new strategy.

A prerequisite for long-term success and profitability is the constant search and creation of competitive advantages – the conclusion that we were able to draw from the results of a retrospective analysis of the processes of formation and development of the theory of enterprise strategy, in particular strategy as its basic concept. Directions of activity as a set of purposeful actions act as objects for which the company creates competitive advantages. With the modern approach, much attention is paid to key success factors that allow the company to differ from other enterprises and occupy a strategic position favorable to it.

Based on the foregoing, it can be concluded that the enterprise strategy is a fixed and at the same time a variable set of activities (goals and methods for achieving them) to ensure stable reproduction and profitability. This definition of enterprise strategy is based on five key points.

1. The strategy of any enterprise is, as a rule, a portfolio, that is, it is a verified set of strategically significant areas of activity.

2. Both for existing directions and for new ones that appeared in the enterprise's portfolio, as a result of positive strategic decisions regarding the implementation of vertical integration, diversification, external growth or radical technological changes, goals and methods for their achievement are established, which should lead to long-term competitive the state of the enterprise.

3. Each of the areas has its own strategic opportunities for growth and profitability, which are created and implemented under the conditions of a specific approach regarding the formation, achievement, maintenance and renewal of competitive advantages, compared with other enterprises that take part in this area of activity.

4. All components of an enterprise's strategic portfolio (lines of business) must be balanced, complementary or provide a synergistic effect and continuous growth in the long term, in the best way to use all strategic potential – resources, processes, skills, abilities, organizational capabilities and ability to improve.

5. Just as the competitive advantages of a separate line of business should be constantly confirmed and updated qualitatively, so the strategy of the enterprise cannot be fixed for a certain period and must be constantly updated and guided, or if necessary, fundamentally change under the influence of external factors.

Before choosing an activity strategy, it is necessary to form a certain set of alternative strategies. There are such basic types of basic corporate strategies: growth, stabilization, reduction.

Within the chosen basic strategy, several lines of action are possible, which are called strategic alternatives.

In formulating each strategic alternative, the enterprise is faced with objective limitations. You should consider them in more detail.

1. The level of available financial resources. Even if the chosen strategy is optimal, manage-

ment must consciously approach the choice of the source of the necessary financial resources. If own funds are not enough, the company risks unjustifiably borrowing money at high interest rates.

2. The level of acceptable risk. Many enterprises are willing to risk moderately, even minimally. This significantly reduces the range of choice of strategies.

3. Potential skills and capabilities of the enterprise. Quite often, selected strategies need more skills and capabilities than the company has. For example, a company has a solid production potential, but does not have experience in conducting marketing research.

4. Relations within the working relationships of the enterprise. Often, suppliers or distributors cannot provide acceptable conditions and opportunities to work in such a way as to successfully implement the chosen strategy.

5. The opposition of competitors. Often well-grounded strategies cannot be used due to competitive forces. For example, a strategy involves lowering prices to stimulate short-term demand. Competitors can respond to this strategy with a "price war".

The process of choosing a strategy involves the following steps: awareness of the current strategy; business portfolio analysis; choice of enterprise strategy.

Particular attention should be paid to the third (last) stage: the choice of strategy. Management strategy is chosen by management by analyzing the factors that characterize the state of the enterprise, taking into account the results of the analysis of the business portfolio, as well as the properties and essence of the strategies that are to be implemented.

The primary factors to consider when choosing a strategy.

1. The state of the industry and the position of the enterprise on it play a decisive role in choosing an enterprise growth strategy. Leading enterprises should strive to maximize the opportunities created by their leading position, and to consolidate such positions. Leading firms, depending on the state of the industry, should choose different growth strategies. For example, if the industry is in decline, it is worth betting on a differentiation strategy; if the industry is developing, it is better to choose a strategy of concentrated or integrated growth. Weak enterprises should behave differently and choose strategies that will strengthen their market position.

2. The objectives of the enterprise determine the uniqueness and originality of the choice of strategy of the enterprise. Goals give us an understanding of what the company seeks. As an example: if the intensive development of the enterprise is not the goal, then a growth strategy cannot be chosen.

3. The interests and attitudes of senior management play a significant role in choosing a strategy. Management either takes risks or, conversely, avoids risks, and such an attitude can be decisive in choosing a strategy. Personal likes and dislikes of leadership can also significantly influence your choice of strategy.

4. The financial resources of the enterprise also have a significant impact on the choice of strategy. Changes in the behavior of the enterprise (for example, entering other markets, developing a new product, moving to a new industry) require significant financial costs.

5. A sufficiently strong limiting factor when choosing a strategy is the qualifications of the staff. Without qualified personnel, management cannot choose strategies for activities that require in-depth knowledge and high qualifications of its performers.

6. A certain inertia in development is created by the obligations of the enterprise with respect to previous strategies. It is impossible to completely abandon all previous obligations in connection with the selection of new strategies. In this regard, when choosing new strategies, it is necessary to take into account that for some time the obligations of previous years will still be in force, which will restrain and change the possibilities of implementing new strategies.

7. Dependence on the environment significantly affects the choice of strategy. Often there are situations when an enterprise is so dependent on suppliers or consumers of products that it cannot choose a strategy based on the possibilities of making the most of its own potential.

8. When choosing a strategy, it is clearly necessary to consider the time factor. An enterprise can implement a strategy only when the opportunity arises for this.

The selected strategy is evaluated mainly by analyzing the correctness and sufficiency of accounting when choosing a strategy of the main factors that determine the possibility of its imple-

mentation. The main factor in this procedure is whether the strategy contributes to the achievement of the goals of the enterprise or not. If the strategy meets the objectives of the enterprise, it is evaluated in the following areas.

1. Relevance of the chosen strategy to the state and needs of the environment. The connection of the strategy with the main actors of the environment is checked, taking into account factors of market dynamics and the dynamics of the development of the product life cycle.

2. Correspondence of the chosen strategy to the potential and capabilities of the enterprise. The relationship of the chosen strategy with other strategies, the correspondence to the capabilities of the staff, the validity of the strategy implementation program over time are evaluated.

3. Acceptability of risk. Risk is assessed in three areas:

- realism of the premises underlying the choice of strategy;
- negative consequences that may lead to an unsuccessful choice of strategy;
- the justification of a possible positive result by the risk of losses from failure in the implementation of the strategy [7].

Problems of increasing the efficiency of enterprise competitiveness management are considered as a corrective process of the formation of high-tech production to produce products in order to bring high-quality products to the market and make a profit [12].

In the internal environment, the level of enterprise competitiveness is determined by key factors - innovative production potential, organizational, technical, financial and economic factors, staff qualifications, marketing, investment potential [1,17].

The level of competitiveness depends on the interaction of five competitive forces, which are: suppliers of raw materials, potential new competitors, high-quality products, buyers of products and industry specifics (Figure 1) [8]. The five-factor model of competitive forces allows us to solve the problems of the enterprise, analyze in which areas strategic changes will have the maximum positive effect and identify areas in which industry trends have the greatest impact on potential opportunities or threats.

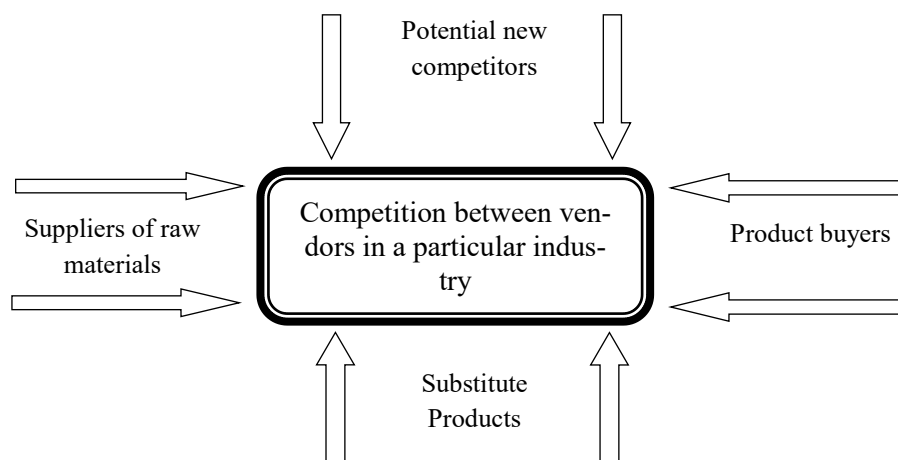


Figure 1 – The five-factor model of competitive forces

It is important to consider that agricultural enterprises operate in an unstable, difficult to control environment with a high degree of uncertainty and risk, while the use of environmentally friendly technology, the development of new markets and the combination of various activities leads to the achievement of a synergy effect [18]. These factors dictate the need to apply the strategic principles of farming in the agricultural sector, allowing enterprises in this sector to adapt to changes in the external environment and, as a result, increase the effectiveness of their functioning [4,10,11,13,14,15].

In this case, the most significant role in the formation of a competitive strategy is assigned to the economic mechanism that accumulates the tasks described below:

- 1) determination of the mission and goals of the enterprise;
- 2) analysis of the internal environment, assessment of the strengths and weaknesses of the enterprise;

- 3) analysis of the external environment of the enterprise, its market opportunities and threats from the market;
- 4) determination of alternative options for implementing the marketing strategy of the enterprise;
- 5) analysis of alternative options for the implementation of product production;
- 6) the creation of conditions for the effective marketing of finished products;
- 7) assessment of resource provision in the form of supplies of raw materials, energy resources and materials;
- 8) technological aspects of production (production assets, depreciation, know-how).

The most important direction for increasing the efficiency of the enterprise competitiveness management process is a strategic analysis of the external and internal environment, which is carried out to determine the opportunities and potential threats, as well as to make effective management decisions. As a result, a conceptual model of the economic mechanism is proposed to improve the management of competitive strategies of an agricultural enterprise. For its development, the Harvard model of strategic analysis and the concept of a marketing environment (Figure 2), adapted to an agricultural enterprise, were taken as a basis.

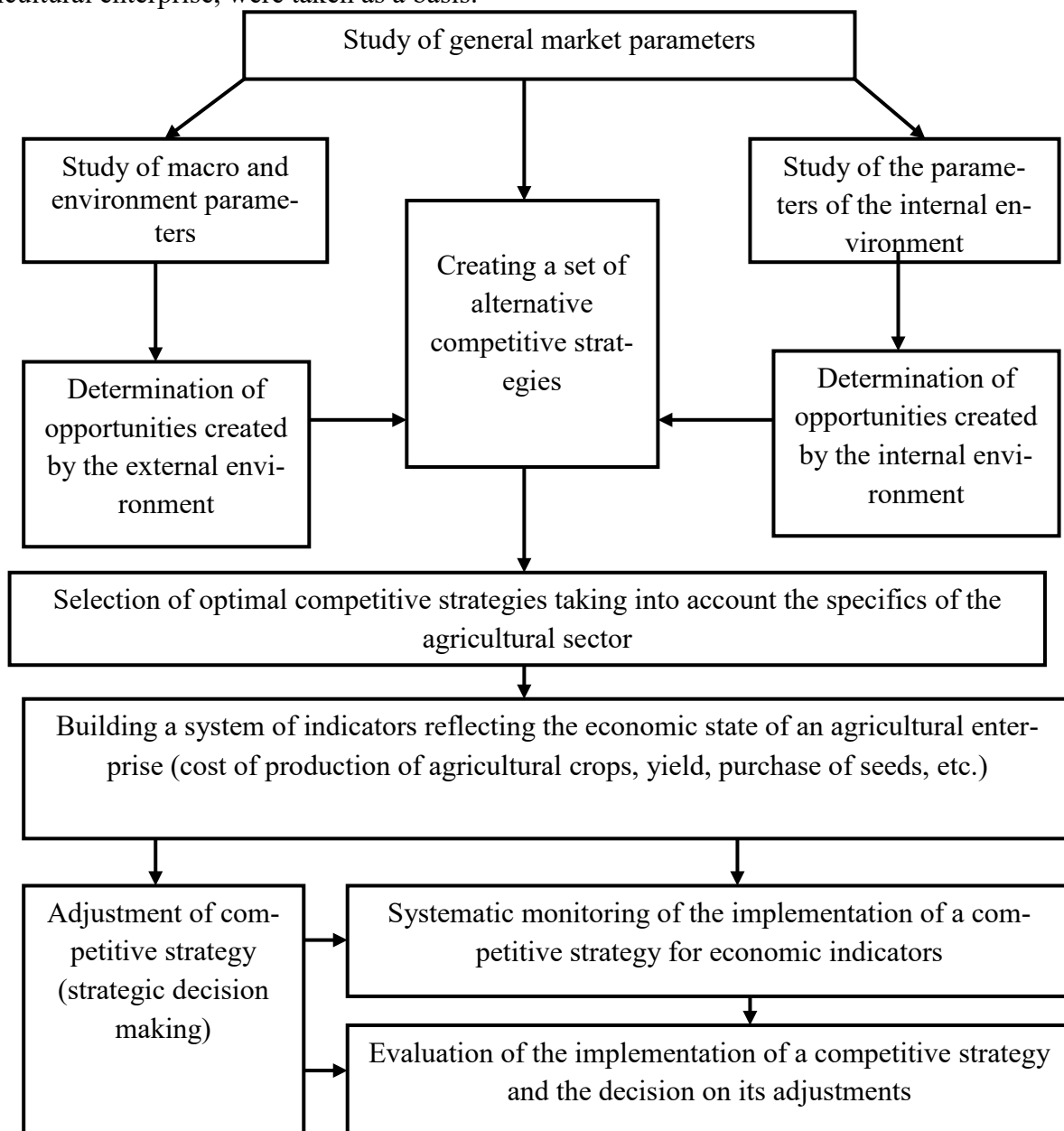


Figure 2 – Conceptual model of the economic mechanism of an agricultural enterprise

Among the elements of novelty and distinctive characteristics of the proposed conceptual model, we denote:

1) the selection of the initial stage of “the study of the general parameters of the market”, on the basis of which it is possible to determine the features of the assessment of the internal and external environment of the enterprise;

2) the presentation of factors to be analyzed in the process of studying the external environment of the enterprise in a structured form and the modernization of the approach to the analysis of this environment (using the assessment of the impact of the microenvironment on the enterprise as a projection of the influence of the macroenvironment);

3) Expanding the process of developing a strategy by adding a new block “adjustment of a competitive strategy”. The essence of this block is the ability to monitor and timely adjust the performance of individual tasks and activities.

Sales of products are the result of the production activities of enterprises. Sales revenue reflects the positive attitude of consumers to products, competitive position in the market and its growth. In the case of a decrease in sales, the advantages that the company has lose their value, and competitiveness decreases. In market conditions, each manufacturer seeks to sell his products as expensive as possible, and at the same time reduce costs through the following vectors: organizational integration, contract integration, clustering, and the development of cooperative structures [5,6]. Thus, the final economic efficiency is formed in the sphere of its implementation (Figure 3).

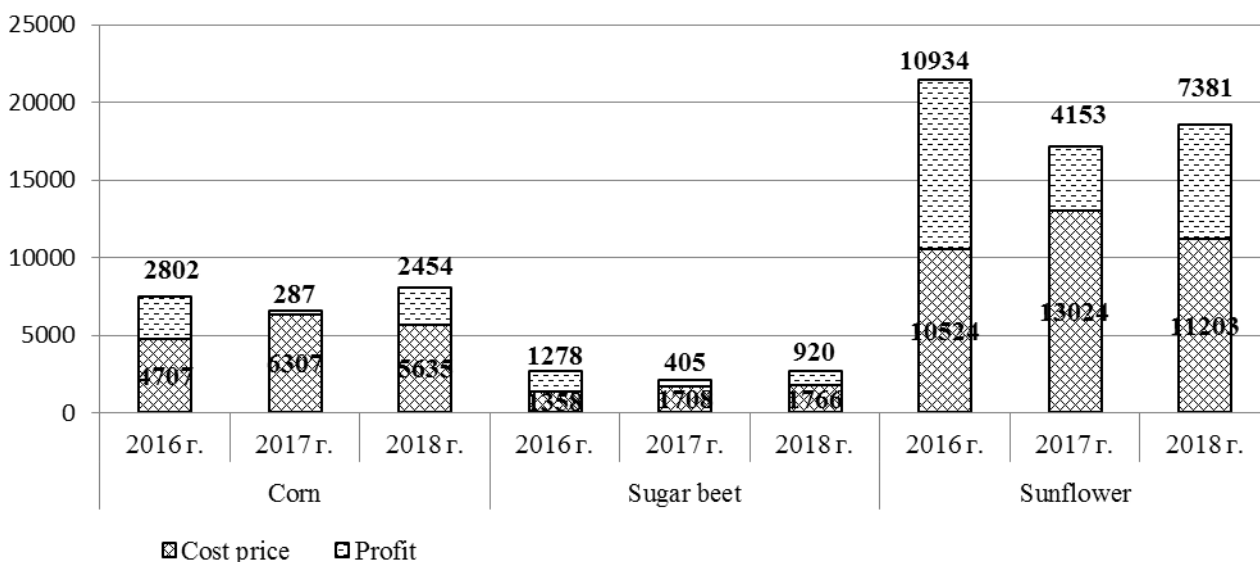


Figure 3 – Dynamics of sale prices of agricultural commodity producers for crop production in the Belgorod region, rubles / ton

In the analyzed period, selling prices in the Belgorod region had a negative trend, which accordingly affected the amount of profit.

Of course, the economic efficiency of agricultural production must be improved by searching and developing new markets for manufactured products, as well as optimizing sales channels. As an example, let us consider, based on the enterprise’s forecast, that sunflower, vegetables and melons will be sold through three channels and the level of demand is different (Table). In this case, the implementation of cultures is denoted, respectively, by strategy 1, strategy 2, strategy 3.

Table – Input data to determine the functional assessment of the enterprise (revenue from product sales, thousand rubles)

Enterprise strategy	Buying Enterprise 1	Buying Enterprise 2	Buying Enterprise 3
Sunflower	1628,64	1550,29	26,73
Vegetables	0	0	481,36
Gourds	51,79	43,20	43,47

Using a mathematical model, it is necessary to calculate the proportions of products sold, while the production and sales plan should provide the maximum income. Suppose that we are in a situation where an enterprise has the ability to predict market conditions. As a tool for mathematical

modeling, we use the theory of games. In the mathematical literature, theoretical aspects of the method we use are examined in detail.

The evaluation functional using the data of table 1 has the following form:

$$F = F^+ = \begin{pmatrix} 1628,64 & 1550,29 & 26,73 \\ 0 & 0 & 481,36 \\ 51,79 & 43,20 & 43,47 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

After analyzing the matrix, we can conclude that the optimal strategy of the enterprise is mixed. By planning production as strategy 1, strategy 2, strategy 3, in proportions p_1 , p_2 , p_3 , the company will receive an expected gross income of at least V . It is necessary to solve the linear programming problem to determine this strategy, namely:

$$\begin{aligned} 1628,64t_1 + 0t_2 + 51,79t_3 &\geq 1; \\ 1550,29t_1 + 0t_2 + 43,20t_3 &\geq 1; \\ 26,73t_1 + 481,36t_2 + 43,47t_3 &\geq 1; \end{aligned}$$

$$t_1, t_2, t_3 \geq 0,$$

$$\text{где } t_1 = \frac{p_1}{V}; t_2 = \frac{p_2}{V}; t_3 = \frac{p_3}{V}; t_1 + t_2 + t_3 = \frac{1}{V}. \quad (2)$$

The solution of the problem was carried out in the MS Excel environment using the add-on “Solution Search”. The result is:

$$\begin{aligned} t_1 &= 0,000114 \\ t_2 &= 0,002055 \\ t_3 &= 0,000185 \end{aligned}$$

$$V = \frac{1}{0,000114 + 0,002055 + 0,000185} = 424,862 \text{ thousand roubles.}$$

Then:

$$P_1 = 424,862 * 0,000114 = 0,048$$

$$P_2 = 424,862 * 0,002055 = 0,873$$

$$P_3 = 424,862 * 0,000185 = 0,079$$

Thus, in order to receive income for an enterprise under different market conditions, not less than 424.862 thousand rubles. it is necessary to focus on the following assortment: sunflower – 4,8%, vegetables – 87,3%, melons – 7,9%.

Based on the above study and its results, we can draw conclusions and suggestions:

1. To solve the problems of increasing the effectiveness of the competitiveness management strategy, one should analyze the composition, structure and dynamics of commodity products to obtain a given profit.

2. To increase the economic efficiency of agricultural production through the search and development of new markets for manufactured products, as well as optimizing sales channels.

Библиография

1. Азов Г.Л. Конкуренция: анализ, стратегия и практика. – М.: Центр экономики и маркетинга, 2014. – 208 с.
2. Ансоф И. Стратегическое управление: Пер. с англ. – М.: Экономика. 1999. – 519 с.
3. Володькина М.В. Стратегический менеджмент: Учебное пособие. – К.: Знання – Пресс, 2002. – 149 с.
4. Горбашко Е.А. Управление конкурентоспособностью: теория и практика / Е.А. Горбашко, И.А. Максимцева. М.: Юрайт, 2015. – 448 с.
5. Добрунова А.И. Сохранение и развитие сельских территорий на основе интеграции крупных агропромышленных предприятий и малых форм хозяйствования / А.И. Добрунова, А.А. Сидоренко, Н.А. Гупалова // Успехи современной науки и образования. – 2017. – № 6. – С.125-129.
6. Добрунова А.И. Экономические предпосылки процесса концентрации зернового производства в Белгородской области / Чугай Д.Ю., Иголка Е.А.// Наука Красноярья. – 2018. – Том 7. – № 4. – 27-47.
7. Завьялов П.С. Маркетинг в схемах, рисунках, таблицах: Учеб. Пособие. – М.: ИнфраМ, 2010. – 280 с.
8. Квасникова В. В. Конкурентоспособность товаров и организаций / В. В. Квасникова, О. Н. Жучкевич. М.: Инфра-М, 2013. – 192 с.
9. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов/ Майкл Е.П.; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 454 с.
10. Павлова В.А. Конкурентоспособность предприятия: оценка и стратегия обеспечения / В.А. Павлова. Д.: Изд-во ДУЭП, 2006. – 276 с.
11. Панасенко Д.А. Конкурентоспособность предприятия: сущностная и функциональная характеристики / Д.А. Панасенко // Вестник Национального университета «Львовская политехника». Менеджмент и предпринимательство в Украине: этапы становления и проблемы развития, 2012. – №727. – С. 270-275.
12. Партута Т.А. Конкурентоспособность предприятия и механизм ее обеспечения / Т.А. Партута, Т.В. Фесенко // Инвестиции: практика и опыт, 2012. – № 12. – С. 91-96.
13. Смирнов Е.Н. Конкурентоспособность предприятия: учебное пособие / Е.Н. Смирнов. Донецк: ДонНУЭТ, 2015. – 164 с.
14. Управление конкурентоспособностью предприятия / Под ред. С.М. Клименко, Т.В. Омеляненко, Д.А. Барабас. К.: КНЕУ, 2008. – 520 с.
15. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью организации / Р.А. Фатхутдинов. К.: Кондор, 2009. – 470 с.
16. Чеканский А.Н. Стратегический менеджмент – фундамент успешного бизнеса // Управление персоналом. 2005 – № 4. – С. 16-18
17. Шилов М.А., Лебедь В.Н. Совершенствование управления кадровым потенциалом в сельскохозяйственно предприятии: Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород: Издательство: [Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина](#), 2018. – С. 200-201.
18. Dorofeev A.F. The cluster approach to development of rural areas // A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova // Вестник Орловского государственного университета. – 2015. – № 2. (том 53). – С. 96-100.

References

1. Azoev G.L. Competition: analysis, strategy and practice. – M.: Center of Economics and Marketing, 2014. – 208 p.
2. Ansof I. Strategic Management: Trans. from English – M.: Economy, 1999. – 519 p.
3. Volodkina M.V. Strategic Management: Tutorial. – K.: Znannya – Press, 2002. – 149 p.
4. Gorbashko E.A. Management of competitiveness: theory and practice / Ye.A. Gore-bashko, I.A. Maksimtseva. – M.: Yurayt, 2015. – 448 p.
5. Dobrunova A.I. Preservation and development of rural areas based on the integration of large agro-industrial enterprises and small business forms / A.I. Dobrunova, A.A. Sidorenko, N.A. Gupalova // Successes of modern science and education. – 2017. – № 6. – P.125-129.
6. Dobrunova A.I. The economic background of the process of concentration of grain production in the Belgorod region / Chugay D.Yu., Needle E.A. // Science of Krasnoyarsk. – 2018. – Volume 7. – № 4. – 27-47.
7. Zavyalov P.S. Marketing schemes, figures, tables: Textbook. Benefit. – M.: Inf-raM, 2010. – 280 p.
8. Kvasnikova V.V. Competitiveness of goods and organizations / V.V. Kvasnikova, O.N. Zhuchkevich. – M.: Infra-M, 2013. – 192 c.
9. Competitive strategy: A methodology for analyzing industries and competitors / Michael EP; Per. from English - M.: Alpina Business Books, 2005. – 454 p.
10. Pavlova V.A. Competitiveness of an enterprise: assessment and strategy of support / V.A. Pavlova. D.: Publishing house DUEP, 2006. – 276 p.
11. Panasenko D.A. Enterprise Competitiveness: Essential and Functional Characteristics / D.A. Panasenko // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Management and Entrepreneurship in Ukraine: Stages of Formation and Development Problems, 2012. – №. 727. – P. 270-275.
12. Partuta T.A. Competitiveness of an enterprise and the mechanism of its maintenance / TA Partuta, T.V. Fesenko // Investments: practice and experience, 2012. – №. 12. – P. 91-96.
13. Smirnov E.N. Enterprise competitiveness: study guide / E.N. Smirnov. Donetsk: DonNUET, 2015. – 164 p.
14. Management of enterprise competitiveness / Ed. CM. Klimenko, T.V. Omelyanenko, D.A. Barabas. – K.: KNEU, 2008. – 520 p.

15. Fatkhutdinov R.A. Management of competitiveness of the organization / R.A. Fatkhutdinov. К. : Condor, 2009. – 470 p.
16. Chekansky A.N. Strategic management - the foundation of a successful business // Human Resource Management, 2005 – № 4. – P. 16-18
17. Shilov M.A., Lebed V.N. Improving human resource management in an agricultural enterprise: Proceedings of the International Student Scientific Conference. – Belgorod: Publisher: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, 2018. – pp. 200-201.
18. Dorofeev A.F. The cluster approach to development of rural areas // A.F. Dorofeev, A.I. Dobrunova // Bulletin of Oryol State University. – 2015. – № 2. (volume 53). – P. 96-100.

Сведения об авторах

Шевченко Мария Николаевна, доктор экономических наук, декан экономического факультета ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», доцент кафедры экономической теории и маркетинга, экономический факультет, г. Луганск, ЛНР, 91008, моб. +380952062081, mmshevchenko@ukr.net

Дорофеев Андрей Федорович, доктор экономических наук, доцент, проректор по инновациям и проектной деятельности, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. д. 1, улица Вавилова, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, раб. +74722392294, dorofeev@bsaa.edu

Добрунова Алина Ивановна, кандидат социологических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, экономический факультет, улица Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, моб. +79103225725, dobrunova@mail.ru

Чугай Дмитрий Юрьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, экономический факультет, улица Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, моб. +79103606855, dimox@mail.ru

Лебедь Анна Викторовна, соискатель НИУ «БелГУ», улица Победы, д. 85, г. Белгород, Россия, 308015, моб. +7909376875, Lebed.ania@yandex.ru

Information about authors

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

Dorofeev Andrey F., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-rector for innovation and project activities, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University V.Y. Gorin», Vavilova St, 1, 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel.+74722392294, dorofeev@bsaa.edu.ru

Dobrunova Alina I., Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor at the Department of Economic theory and Economics of agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova St, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79103225725, dobrunova@mail.ru

Chugay Dmitriy Y., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Economic theory and Economics of agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova St, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79103606855, dimox@mail.ru

Lebed Anna V., aspirant, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Pobedy St, 85, 308015, Belgorod, Russia, tel. +7909376875, Lebed.ania@yandex.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 633.358:631.82:631.95

В.И. Желтухина, М.А. Куликова, Л.А. Манохина, С.И. Панин, Е.Ю. Колесниченко

ЭКОЛОГО-АГРОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ГОРОХ

Аннотация. Одно из ведущих мест при производстве зернобобовых культур отводят гороху за его высокие пищевые и кормовые достоинства. Горох, вступая в симбиотические отношения с клубеньковыми нитрифицирующими бактериями, обладает способностью к фиксации азота из атмосферы, тем самым улучшая плодородие почвы. Но это не значит, что применение удобрений под данную культуру на черноземных почвах не оправдано. Избыточное количество азота, при внесении минеральных удобрений может привести к увеличению содержания нитратов в семенах гороха. Накопление нитратов в растениях зависит от уровня азотного питания, фазы роста растений, климатических условий. Действие азота во многом определяется нормой внесения фосфора и калия, и чем она выше, тем эффективнее использование повышенных доз азота. Минеральные удобрения в дозах $N_{20}P_{52}K_{52}$ и $N_{40}P_{104}K_{104}$ способствуют достоверному увеличению урожайности семян гороха. Азотные удобрения обеспечивают повышение качества семян гороха. Увеличение содержания сырого протеина и нитратов в семенах гороха наблюдается только при применении минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{104}K_{104}$, при дозе $N_{20}P_{52}K_{52}$ наблюдается тенденция к возрастанию содержания обоих показателей. В результате проведения наших исследований, содержание нитратов в семенах гороха оказалось в полученной продукции значительно ниже допустимых значений для данной культуры. Такое низкое содержание нитратов обусловлено, в значительной мере, наличием ферментативного комплекса, способного к синтезу белков в семенах гороха, что и определяет качество продукции и препятствует накоплению минеральных форм азота. Но это не означает ослабление интереса к анализу эколого-агрономических аспектов использования минеральных удобрений, особенно в интенсивном и биологическом земледелии.

Ключевые слова: горох, минеральные удобрения, нитраты, урожайность, качество урожая.

ECOLOGICAL-AGRONOMIC JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS UNDER PEAS

Abstract. One of the leading places by production of leguminous cultures is allocated to peas for its high food and fodder advantages. Peas, entering the symbiotic relations with legume nitrifying bacteria, has ability to nitrogen fixation from the atmosphere, thereby improving fertility of the soil. But it doesn't mean that use of fertilizers under this culture on black-soils isn't justified. The excess amount of nitrogen, at an importation of mineral fertilizers can lead to increase in content of nitrates in peas seed. Accumulation of nitrates in plants depends on the level of a nitric delivery, a growth phase of plants, climatic conditions. Effect of nitrogen in many respects is defined by norm of an importation of phosphorus and potassium, and than it is higher, that effective use of the raised nitrogen doses. Mineral fertilizers in doses of $N_{20}P_{52}K_{52}$ and $N_{40}P_{104}K_{104}$ promote reliable increase in productivity of seed of peas. Nitrogen fertilizers provide peas seed upgrading. Increase in maintenance of a crude protein and nitrates in seed of peas is observed only at application of mineral fertilizers in $N_{40}P_{104}K_{104}$ dose, at a dose of $N_{20}P_{52}K_{52}$ the tendency to increase of maintenance of both indexes is observed. As a result of carrying out our researches, the content of nitrates in seed of peas appeared in the received products is much lower than permissible values for this culture. Such low content of nitrates is caused, considerably, by existence of an enzymatic complex capable to synthesis of proteins in peas seed, as defines quality of products and interferes with accumulation of mineral forms of nitrogen. But it doesn't mean weakening of interest in the analysis of ekologo-agronomical aspects of use of mineral fertilizers, especially in intensive and biological agriculture.

Keywords: peas, mineral fertilizers, nitrates, yield, crop quality.

Одной из важнейших задач, стоящих перед сельскохозяйственными производителями, является не только получение высоких урожаев, но и существенное увеличение его качества. В данный момент учеными как отечественными, так и зарубежными накоплен огромный материал о воздействии факторов интенсификации на урожайность сельскохозяйственных культур, но эти данные зачастую носят противоречивый характер.

Одной из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур, возделываемых в ЦЧР, является горох. Оценивая, его высокие пищевые и кормовые достоинства ему отводят одно из ведущих мест при производстве зернобобовых культур. Горох, вступая в симбиотические отношения с клубеньковыми нитрифицирующими бактериями, обладает способностью к фиксации азота из атмосферы, тем самым улучшая плодородие почвы.

Но это не значит, что применение удобрений под данную культуру на черноземных почвах не оправдано. При благоприятных климатических условиях горох способен сформировать достаточно высокую урожайность без минерального азота. Но необходимо учитывать, что образование клубеньков на корнях гороха начинается в фазе 2-3 листьев и по мере их роста доля фиксированного азота в питании растений увеличивается. При наличии благоприятных условий и присутствии дефицита минерального азота в почве горох переходит к автономному азотному питанию спустя 20-25 дней после всходов. Многие ученые считают, что для нормального развития данной культуры необходимо на первом и третьем этапах органогенеза минеральное азотное питание. Однако избыток азота может привести к увеличению содержания нитратов в зерне гороха. Сами по себе нитраты, накапливаясь, не оказывают отрицательного воздействия, являясь резервным фондом азота для синтеза аминокислот и белков [3].

Действие азота во многом определяется нормой внесения фосфора и калия, и чем она выше, тем эффективнее использование повышенных доз азота. При недостатке фосфорного и калийного питания затягивается вегетационный период и происходит неравномерное созревание растений [2]. Азотные удобрения хорошо проявляют себя при дозе калия и фосфора по 30 кг/га д.в., кроме этого, именно азотные удобрения способствуют повышению качества зерна гороха.

С первых моментов жизни горох предъявляет высокие требования к обеспеченности фосфором. При этом негативные последствия от его нехватки в этот период в дальнейшем не могут быть устранены избыточным количеством его внесения. В этой связи хорошая обеспеченность гороха фосфором в начальные фазы позволит сформировать хороший урожай высокого качества [1]. Другими исследованиями установлено, что на выщелоченном черноземе Белгородской области последствие минеральных удобрений на горохе было неодинаковым и зависело от погодных условий [6]. Последствие удобрений увеличивало урожайность гороха по сравнению с контролем на 1,3-6,3 ц/га. Также было выявлено, что формирование урожая гороха в основном зависело от благоприятных условий увлажнения периода вегетации, чем от действия минеральных удобрений.

Калий также относится к одному из макроэлементов необходимых для роста и развития гороха. При этом его положительное действие возможно только при применении фосфорных удобрений [1].

В других исследованиях, разные уровни минерального питания по-разному влияли на урожайность гороха. При этом внесение удобрений на хорошо плодородных почвах не приводило к существенному увеличению урожайности гороха [7].

Имеются также данные, свидетельствующие о том, что внесение удобрений под горох не приводит к увеличению урожайности гороха и его качества [4].

В исследованиях А.Г. Ступакова (1998) на горохе проявился эффект последствия в первый год фосфорных удобрений на фоне азотно-калийных, вносимых под сахарную свёклу [8].

Как видно из выше изложенного материала в литературных источниках встречаются весьма противоречивые мнения и суждения, в связи с чем, данные вопросы требуют дальнейшего изучения в конкретных почвенно-климатических условиях.

Формирование урожая и его качества в большинстве случаев определяется конкретными условиями возделывания культур. Самым действенным условием повышения урожайности сельскохозяйственных культур является внесение удобрений.

Целью наших исследований являлось изучение действия минеральных удобрений на урожайность и качество семян гороха.

Исследования проводились в условиях стационарного полевого опыта в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН».

Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный малогумусный тяжело-суглинистого гранулометрического состава на лессовидном суглинке с содержанием гумуса (по Тюрину) 4,7-5,6 %, $pH_{кел}$ 5,8-6,3, содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) соответственно 67-78 и 88-112 мг/кг почвы, степень насыщенности почвы осно-

ваниями около 90 %. В стационарном опыте использовался метод расщепленных делянок. Опыт трёхфакторный, его повторность в пространстве и во времени трёхкратная. Посевная площадь делянки – 120 м² (4 х 30 м), учётная – 100 м².

В качестве объекта исследования использовался рекомендованный в области сорт гороха Орловчанин. Агротехника возделывания была общепринятой для зоны.

Влияние удобрений изучали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур:

1. горох;
2. озимая пшеница;
3. сахарная свекла;
4. ячмень;
5. кукуруза на силос.

Изучали дозы минеральных удобрений: контроль – без применения удобрений, единичная норма N₂₀P₅₂K₅₂ и двойная – N₄₀P₁₀₄K₁₀₄.

Схема опыта, включающая варианты с минеральными удобрениями, выглядит следующим образом:

1. Контроль (без удобрений);
2. N₂₀P₅₂K₅₂ (одинарная доза);
3. N₄₀P₁₀₄K₁₀₄ (двойная доза).

В качестве основной обработки почвы использовали вспашку, под которую вносили минеральные удобрения в изучаемых дозах.

Учётная площадь каждой делянки убиралась комбайном «Сампо-500». Учёт урожая поделяночный, весовой.

В результате проведенных исследований мы определили урожайность и качество урожая гороха при различных дозах удобрения. основополагающим показателем возделывания любой культуры, в том числе и гороха, является величина урожайности и его качество. Горох обладает достаточно высоким потенциалом по урожайности, но максимум по этому показателю он формирует лишь в отдельные годы.

В наших опытах в среднем 2015-2016 гг. на контрольном варианте без применения удобрений урожайность зерна гороха составила 1,81 т/га (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна гороха в зависимости от доз минеральных удобрений, т/га (2015-2016 гг.)

Варианты	Урожайность	±	
		т/га	%
Контроль (без удобрений)	1,81	-	-
N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	2,30	0,49	27,1
N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄	2,47	0,66	36,5
НСР ₀₅		0,16	

Применение удобрений в одинарной дозе способствовало существенному росту урожайности – на 0,49 т/га или на 27,1 % (рис. 1). Увеличение дозы вносимых минеральных удобрений вдвое способствовало дальнейшему существенному росту урожайности данной культуры по сравнению с одинарной на 0,17 т/га или на 7,4 %. Общий же прирост от использования двойной дозы составил 0,66 т/га или 36,5 %.

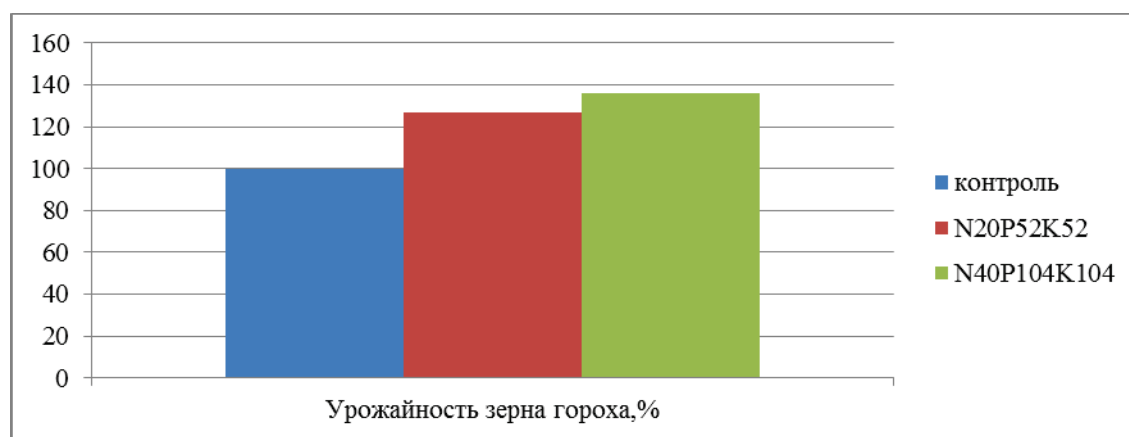


Рис. 1 – Относительная урожайность зерна гороха в зависимости от доз минеральных удобрений, % (2015-2016 гг.)

Кроме увеличения урожайности с их помощью можно регулировать его качество, в частности, содержание сырого протеина в семенах гороха, путем изменения доз внесения и соотношения в них отдельных элементов.

Результаты наших исследований показали, что внесение удобрений в дозе N₂₀P₅₂K₅₂ не приводило к существенному росту данного показателя. Разница составила 0,7 % при НСР₀₅ = 1,2 % (+ 3,8 %%) (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание сырого протеина в зерне гороха в зависимости от доз минеральных удобрений, % (2015-2016 гг.)

Варианты	Содержание сырого протеина	±	
		%	%%
Контроль (без удобрений)	18,4	-	-
N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	19,1	0,7	3,8
N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄	19,9	1,5	8,2
НСР ₀₅		1,2	

Применение двойной дозы минеральных удобрений обусловило увеличение содержания сырого протеина до 19,9 % или на 1,5 % выше по сравнению с контрольным вариантом, то есть наблюдалось достоверное увеличение данного показателя при этой дозе удобрений (рис. 2). Относительное же увеличение содержание сырого протеина в семенах гороха составило 8,2 %. Значительных различий между дозами внесения удобрений в опыте не было установлено (+ 0,8 % или 4,2 %).

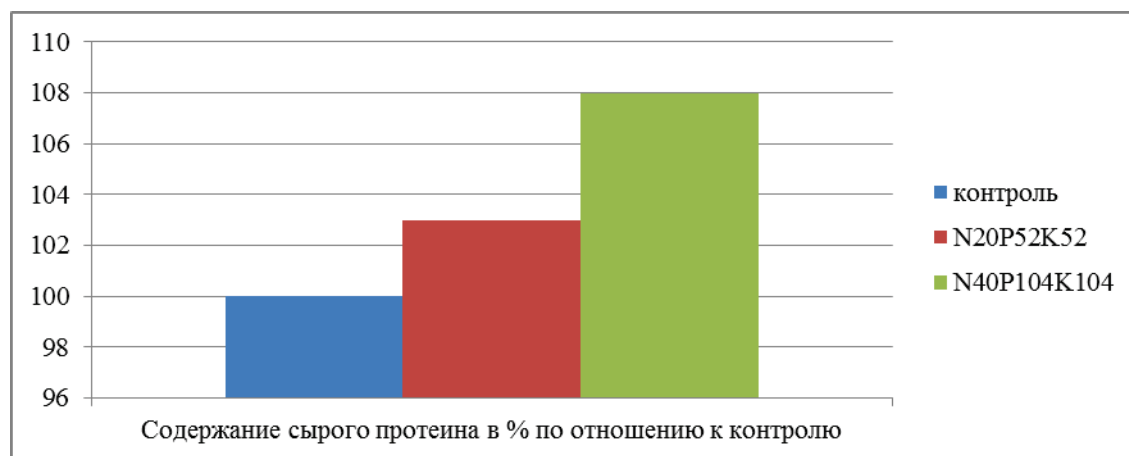


Рис. 2 – Относительное содержание сырого протеина в зерне гороха в зависимости от доз минеральных удобрений, % (2015-2016 гг.)

В процессе исследований мы определяли содержание нитратов в семенах гороха.

Нитраты являются основным источником питания растений, поскольку в их состав входит азот – главнейший биогенный элемент. Для растительных организмов нитраты нетоксичны [5].

Сами по себе нитраты не опасны для теплокровных, но в процессе трансформации они могут восстанавливаться до нитритов, которые уже представляют опасность для человека и животных.

Накопление нитратов в растениях зависит от уровня азотного питания, фазы роста растений климатических условий. В зерне гороха считается допустимым содержание нитратов до 300 мг/кг.

Применение минеральных удобрений несколько изменяли значения содержания нитратов в семенах (табл. 3).

Так, на удобренных делянках в семенах гороха нитратов содержалось 86,6 мг/кг, а на удобренных происходило их увеличение до 89,1 и 92,8 мг/кг соответственно при внесении одинарной и двойной доз удобрений. Увеличение их содержания составило 2,5 и 6,2 мг/кг.

Таблица 3 – Содержание нитратов в семенах гороха в зависимости от доз минеральных удобрений, мг/кг (2015-2016 гг.)

Варианты	Содержание нитратов	±	
		мг/кг	%
Контроль (без удобрений)	86,6	-	-
N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	89,1	2,5	2,9
N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄	92,8	6,2	7,2
НСР ₀₅		6,0	

В относительных величинах это выразилось в 2,9 и 7,2 % (рис. 3).

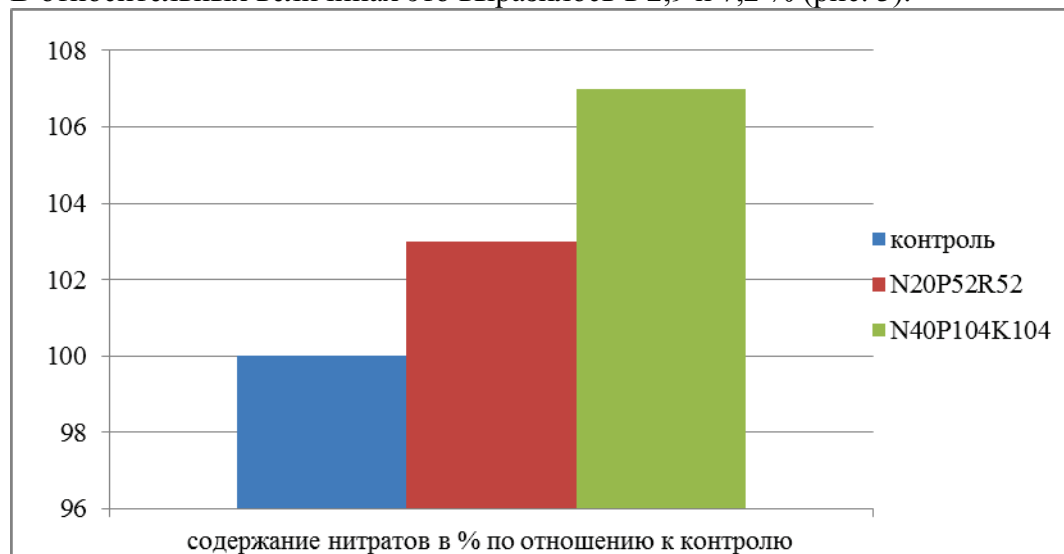


Рис. 3 – Относительное содержание нитратов в семенах гороха в зависимости от доз минеральных удобрений, % (2015-2016 гг.)

В результате исследований нами выявлена прямая корреляционная зависимость между дозами внесенных минеральных удобрений и продуктивностью гороха, которая свидетельствует о высокой сопряженности доз удобрений с изучаемыми показателями (табл. 4).

Таблица 4 – Данные результатов корреляционно-регрессионного анализа

Показатели	Уравнение регрессии*	r
Урожайность	$Y_1 = 1,804 + 0,004 x$	0,9951
Содержание протеина	$Y_2 = 18,347 + 0,009 x$	0,9170
Содержание нитратов	$Y_3 = 86,347 + 0,035 x$	0,8855

*Примечание: Y_1, Y_2, Y_3 – соответственно урожайность, т/га; содержание протеина, %; содержание нитратов, мг/кг; X – дозы NPK, кг/га.

Таким образом, минеральные удобрения в дозах $N_{20}P_{52}K_{52}$ и $N_{40}P_{104}K_{104}$ способствовали достоверному увеличению урожайности зерна гороха сорта Орловчанин соответственно на 0,49 и 0,66 т/га (+ 27,1 и 36,5 %). Существенным оказался прирост её от уровня одинарной дозы удобрений до двойной – 0,17 т/га, хотя относительное увеличение значительно ниже – 7,4 %.

Достоверное повышение содержания сырого протеина и нитратов в семенах гороха наблюдалось только при применении доз $N_{40}P_{104}K_{104}$, соответственно 1,5 % (8,2 %%) и 6,2 мг/кг (7,2 %). Однако и при дозе $N_{20}P_{52}K_{52}$ наблюдалась тенденция к увеличению содержания обоих показателей. При допустимом содержании нитратов в семенах гороха до 300 мг/кг их содержание в продукции, полученной в результате проведения наших исследований, оказалось в 3,2-3,5 ниже этих значений. Но это не означает ослабление интереса к анализу эколого-агрономических аспектов использования минеральных удобрений, особенно в интенсивном и биологическом земледелии.

Библиография

1. Азаров Б.Ф. Симбиотический азот в земледелии Центрально-Чернозёмной зоны Российской Федерации: автореф. дис. доктора с.-х. наук [Текст] / Б.Ф. Азаров. – М.:, 1995. – 59 с.
2. Акинчин А.В. Изменение питательного режима чернозема типичного в зависимости от технологии возделывания культур [Текст] / А.В. Акинчин, С.А. Линков, А.Г. Ступаков // Сахарная свекла. – 2016. – №2. – С. 43-46.
3. Волков С.Н. Мониторинг и прогнозирование научно-технического развития АПК в сфере мелиорации и восстановления земельных ресурсов, эффективного и безопасного использования удобрений и агрохимикатов [Текст] / С.Н. Волков, В.В. Вершинин, А.В. Турьянский, А.Г. Ступаков, А.В. Акинчин, С.А. Линков, М.А. Куликова, А.Ф. Дорофеев, А.И. Добрунова, Е.В. Черкашина. – Белгород, 2018. – Часть II. – 262 с.
4. Голопятов М.Т. Влияние минерального питания на урожай и качество зернобобовых культур [Текст] / М.Т. Голопятов, В.А. Емельянов, В.И. Летуновский // Сб. науч. тр. ВНИИЗБК. – Орёл, 1983. – С. 26-35.
5. Койка С.А., Скориков В.Т. [Текст] / Нитраты и нитриты в продукции растениеводства // Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство. – 2008 – №3 – С.58-63.
6. Понедельченко М.Н. Последствие минеральных удобрений на урожайность гороха [Текст] / М.Н. Понедельченко, Н.С. Соколов // Аграрная наука. – 2004. – №3. – С. 23-24
7. Рымарь В.Т. Оптимизация минерального питания гороха [Текст] / В.Т. Рымарь, Г.П. Покудин, С.В. Мухина, С.В. Мамедов // Кормопроизводство. – 2005. – №3. – С. 10-12.
8. Ступаков А.Г. [Текст] / Научные основы регулирования плодородия чернозема выщелоченного при применении удобрений в зерно-свекловичном севообороте (в условиях западной части ЦЧЗ): автореф. дис. доктора с.-х. наук // А.Г. Ступаков. – М.:, 1998. – 46 с.

References

1. Azarov B. F. Symbiotic nitrogen in agriculture of the Central Chernozem zone of the Russian Federation: Avtoref. dis. doctor of agricultural Sciences [Text] / B. F. Azarov. – M.:, 1995. 59 P.
2. Akinchin A. V. Changes in the nutrient regime of typical Chernozem depending on the technology of cultivation of cultures [Text] / A. V. Akinchin, S. A. Linkov, A. G. Stupakov // Sugar beet. – 2016. – №2. – P. 43-46.
3. Volkov S. N. Monitoring and forecasting of scientific-technical development of agriculture in the field of land reclamation and restoration of land resources, the efficient and safe use of fertilizers and agrochemicals [Text] / S. N. Volkov, V. V. Vershinin, A. V. Tur'yans'ke, A. G. Stupakov, A. V. Akinchin, S. A. Linkov, M. A. Kulikova, A. F. Dorofeev, A. I. Dobrunova, E. V. Cherkashin. – Belgorod, 2018. – Part II. – 262 p.
4. Golopyatov M. T. The Influence of mineral nutrition on the yield and quality of leguminous crops [Text] / M. T. Golopyatov, V. A. Emelyanov, V. I. he // Proc. scientific. Tr. VNIIZBK. – Eagle, 1983. – P. 26-35.
5. Koika S. A., Skorikov V. T. [Text] / Nitrates and nitrites in crop production // Vestnik RUDN, series agronomy and animal husbandry. – 2008 – No3 – P. 58-63.
6. Ponedeljek, M. N. The residual effect of mineral fertilizers on the yield of peas [Text] / M. N. Ponedeljek, N. With. Sokorev // agricultural science. – 2004. – №3. – Pp. 23-24
7. Ryman V. T. Optimization of mineral nutrition of peas [Text] / V. T. Ryman, G. P. Pokudin, S. V. Mukhina, S. V. Mammadov // forage Production. – 2005. – №3. – P. 10-12.
8. Stupakov A. G. Scientific bases of regulation of fertility of leached Chernozem at application of fertilizers in grain-beet crop rotation (in the conditions of the Western part of echn): autoref. dis. doctor of agricultural Sciences [Text] / A. G. Stupakov. – M.:, 1998. – 46 p.

Сведения об авторах

Желтухина Валентина Ивановна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail:cvic.belgorod@mail.ru

Куликова Марина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26;

Манохина Лариса Андреевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Панин Сергей Иванович, кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Колесниченко Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Information about authors

Zheltukhina Valentina Ivanovna, candidate of biological Sciences, senior lecturer of the Department of agriculture, agrochemistry and ecology, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod oblast, Russia, 308503, tel+74722 39-14-26, e-mail: cvic.belgorod@mail.ru

Kulikova Marina Alekseevna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor of the Department of agriculture, agrochemistry and ecology, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod oblast, Russia, 308503, tel+74722 39-14-26;

Manohina Larisa Andreevna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor of the Department of agriculture, Agrochemistry and ecology, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod oblast, Russia, 308503;

Panin Sergey Ivanovich, candidate of biological Sciences, associate Professor of the Department of agriculture, agrochemistry and ecology, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod oblast, Russia, 308503.

Kolesnichenko Elena, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, ul. Vavilova, 1, p. Maiskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503

УДК 633.174.1:631.5275 (470.62/.67)

С.И. Капустин, А.Б. Володин, А.С. Капустин

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДНОГО СОРГО ЯРИК В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Аннотация. В южных, засушливых районах Российской Федерации одним из резервов увеличения и стабильного производства сочных кормов может стать сахарное сорго. Культура отличается исключительной засухоустойчивостью, способна формировать зеленую массу в период летней депрессии многих однолетних и многолетних кормовых растений, при этом занимает среди них по продуктивности одно из первых мест. Однако, как показывает практика, отсутствие высокоурожайных гибридов сорго и ненадежность семеноводства сдерживает его распространение в сельскохозяйственном производстве. В связи с этим в ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» проводился ряд исследований по селекции и были созданы новые гибриды сахарного сорго для использования на зеленый корм и силос. Для лучших из них в 2013-2017 годах было организовано конкурсное испытание в сравнении с лучшими районированными сортами и гибридами. В результате высокая экологическая пластичность, способность формировать хорошую кормовую массу позволили выделить новый высокогетерозисный гибрид Ярик. Получен он методом гибридизации на стерильной основе. Гибрид обладает высокими технологическими качествами, хозяйственно-биологическими свойствами и признаками. Урожайность зеленой массы отличается стабильностью по годам и в среднем составила 93,3 т/га, что на 47,9 т/га или 105% выше стандартного сорта Ставропольское 36. Соответственно сбор сухой массы имел показатель 25,6 т/га и превысил стандарт на 12,5 т/га или 95%. Высота растений имеет показатели 290 см и более. Их облиственность высокая, составляет 15,9%. Устойчивость к засухе, бактериозу и злаковой тле – высокая. Содержание сахара в соке стеблей в среднем составляет 13,5%, который можно использовать кроме кормовых целей и в пищевой промышленности. В 2017 году гибрид включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущен к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: сорго сахарное, гибрид, урожайность, зеленая и сухая масса.

PRODUCTIVITY OF HYBRID SORGO YARIK IN THE CENTRAL ZONE OF THE NORTH CAUCASUS

Abstract. In the southern, arid regions of the Russian Federation, sugar sorghum can be one of the reserves for increasing and stable production of succulent fodder. The culture is distinguished by exceptional drought resistance, capable of forming a green mass in the period of the summer depression of many annual and perennial forage plants, while it is one of the first places among them in terms of productivity. However, as practice shows, the lack of high-yielding hybrids of sorghum and lack of seed breeding restrains its distribution in agricultural production. In this regard, a number of studies on breeding were carried out at the FSBSI «North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center» and new hybrids of sugar sorghum were created for use in green fodder and silage. For the best of them, in 2013-2017, competitive testing was organized in comparison with the best regional varieties and hybrids. As a result, high ecological plasticity, the ability to form a good forage mass allowed us to isolate a new high heterotic hybrid Yarik. It was obtained by hybridization on a sterile basis. The hybrid has high technological qualities, economic and biological properties and traits. The yield of green mass is characterized by stability over the years and averaged 93.3 t / ha, which is 47.9 t / ha or 105% higher than the standard variety Stavropolskoe 36. Accordingly, the dry matter collection had a figure of 25.6 t / ha and exceeded the standard by 12.5 t / ha or 95%. Plant height is 290 cm or more. Their high foliage is 15.9%. Resistance to drought, bacteriosis and cereal aphid - high. The sugar content in the juice of the stems is on average 13.5%, which can be used in addition to feed purposes and in the food industry. In 2017, the hybrid is included in the State Register of Breeding Achievements, approved for use in the North Caucasus and Lower Volga regions of the Russian Federation.

Keywords: sugar sorghum, hybrid, yield, green and dry mass.

Введение. Задача по увеличению производства кормов, улучшения их качества остается одной из актуальных проблем сельского хозяйства Северного Кавказа. Лимитирующими факторами стабильного получения кормов здесь являются высокая температура воздуха и острый дефицит осадков в течение вегетации растений, а почвенный покров характеризуется наличием большого количества легких песчаных и засоленных почв. Проблема осложняется и тем, что территории зоны отличаются высокой распаханностью, большую площадь занимают зерновые колосовые культуры, а кормовые размещают не на самых лучших землях. Все это привело к тому, что в настоящее время только по Ставропольскому краю обеспеченность животных кормами составляет 70% научно обоснованной нормы. Для обеспечения существующего в крае поголовья скота необходимо производить кормов не менее 3 млн. тон кормовых единиц, в том числе на пашне – 1,6 млн. тонн [1].

Сравнительно невысокая продуктивность природных кормовых угодий, требовательность существующих полевых культур к условиям произрастания, перспектива еще большей аридизации климата и обусловили поиск таких кормовых культур, которые с меньшими затратами позволяют решить задачу обеспечения животных зелеными кормами в летне-осенний период, и создать запасы силоса, сенажа, гранул [2].

Обобщение результатов многолетних опытов и данных, полученных в производстве, свидетельствуют, что одним из альтернативных путей решения этой проблемы является расширение посевов сорго сахарного [3, 4]. Преимущество выращивания этой культуры в засушливых условиях обуславливается его исключительной жаро- и засухоустойчивостью, высокой продуктивностью, стабильностью урожая, кормовыми достоинствами и универсальностью использования [5]. Сорго в кормовом балансе животных используется на зернофураж, зеленый корм, силос, сено, травяную муку, гранулы, выпас. Из-за высокого содержания сахаров в соке стеблей, сахарное сорго, в перспективе, может стать источником получения глюко-фруктозного сиропа для пищевой промышленности и сырья для биоэнергетики [2].

Однако, несмотря на ценные биологические свойства, потенциальные возможности сахарного сорго используются ещё слабо из-за ограниченного выбора в производстве сортов и особенно гетерозисных гибридов [6]. Их получение потребовало от селекционеров применения новых подходов к формированию исходного материала на базе широкого применения мировой коллекции [7], создание новых фертильных и стерильных линий, проявляющих высокую комбинационную способность по ряду хозяйственно ценных признаков и свойств [8].

Использование цитоплазматической мужской стерильности у сорго открыло новый этап в селекции культуры, который заключается в выведении высокоурожайных гетерозисных гибридов на стерильно основе [9]. Самый высокий эффект гетерозиса по урожайности наблюдается при межвидовых скрещиваниях кафрского сорго с хлебным или гвинейским. У некоторых комбинаций по отношению к среднему значению родителей эффект гетерозиса достигает 110-150 % [10, 11]. При этом, увеличивается высота растений, длина вегетационного периода [12], диаметр стебля [13], размер метелки, содержание сахара в соке стеблей. Ряд литературных источников свидетельствуют, что количество и качество сахарного сока в значительной степени определяют климатические условия, сроки сева, генетические признаки сортов и гибридов [14, 15].

Цель исследований – создание нового гибрида с высокой потенциальной кормовой продуктивностью, сочетающего в себе комплекс ценных признаков, адаптированного к определенным почвенно-климатическим условиям региона, отвечающего требованиям технологии производства и промышленного семеноводства.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в лабораториях и на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», который находится в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Климат зоны умеренно-континентальный. Среднегодовое количество осадков – 550 мм. Безморозный период длится до 210 дней. Сумма активных температур (больше 10°C) изменяется от 3300°C до 3700°C. Самый теплый месяц июль – при среднемноголетнем значении 23,5°C и максимальными значениями в отдельные периоды вегетации до 35-38°C.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований различаются как по количеству осадков, так и по температурному режиму. 2013 и 2016 годы можно характеризовать как умеренно теплые и влажные. Количество осадков за май-сентябрь в эти годы составило 355-385 мм при норме 329 мм, а температура воздуха за эти месяцы – 18,7-19,5°C. 2014, 2015 и 2017 годы были жаркими и засушливыми. Количество осадков варьировало в пределах 260-344 мм, а температура воздуха за эти месяцы составила 20,0-20,4°C.

Почва опытного поля – чернозем мицеллярно-карбонатный, среднесуглинистый с глубиной гумусового профиля 100-120 см и содержанием гумуса в пахотном слое 3,2 %. Обеспеченность почвы подвижными формами минерального питания средняя.

Сорго в питомниках сортоиспытаний высевалось в оптимальные сроки ширококядным способом в соответствии с общепринятой для зоны исследований технологией [16].

Исследования проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [17]. Статистическую обработку осуществляли методом дисперсионного анализа [18].

Результаты исследований и их обсуждение. Работа по созданию гибридного сорго начата в 2005 году. Исходным материалом для исследований служили стерильные линии, образцы и сорта, главным образом, сахарного сорго и в небольшом количестве зернового сорго. Комбинационную способность стерильных линий изучали в системе поликроссных скрещиваний. При подборе родительских форм для гибридов учитывались особенности влияния генотипов материнских и отцовских форм на проявление количественных признаков в гибридном потомстве. В результате проводимых исследований выделены и испытаны более 20 гибридов первого поколения. Лучший из них Ярик. В 2017 году после двухлетнего цикла государственного испытания включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах РФ. Получен он методом гибридизации на стерильной основе: материнская форма – низкорослая среднеспелая стерильная линия зернового сорго Зерста 38А, отцовская – среднеспелый сорт сахарного сорго Галия.

Растения нового гибрида в фазу всходов имеют антоциановую окраску, выделяются повышенным начальным темпом роста, хорошо выровненные, слабокустящиеся. В фазу молочно-восковой спелости достигают высоты 290 см (в благоприятных условиях возделывания – более 300 см). Стебли мощные, толстые (16-20 мм), устойчивые к полеганию. Облиственность высокая (15,9%), на главном стебле 12-14 листьев. Листья зеленые, широкие (8-9 см), длинные (80-90 см). Метелка прямостоячая, хорошо выдвинутая, симметричной формы, длиной 25-30 см, массой 70-90 г. Зерновка округлая, светло-коричневая, масса 1000 зерен 20,7 г. Устойчивость к засухе высокая, усыхаемость листьев при засухе в фазу молочно-восковой спелости зерна слабая.

Содержание сахаров в соке стеблей нового гибрида выше, чем у стандартного сорта Ставропольское 36 и гибрида Силовое 88 и в среднем составляет 13,5%, увеличиваясь в отдельные годы до 16%. Изучение состава сахаров позволило установить, что они содержат сахарозу (43%), глюкозу (17%), фруктозу (27%) и идентифицированные сахара, что говорит о возможности использования гибрида не только в кормовых целях, но и в пищевой промышленности. Гибрид на уровне стандартов обладает высокой толерантностью к основным болезням (красному бактериозу) и вредителям (злаковой тле) и превосходит лучшие сорта по устойчивости к покрытой и пыльной головне.

Гибрид Ярик относится к среднепоздней группе: фаза цветения наступает через 85-90 дней после всходов. В условиях Ставрополья он достигает фазы созревания семян через 120 дней с колебаниями по годам, в зависимости от складывающихся погодных условий от 115 до 128 дней. Показатели среднесуточных температур и суммы активных температур Ставропольского края свидетельствуют о достаточной теплообеспеченности и возможности его полного вызревания. Общее количество осадков и характер их выпадения в течение вегетационного периода больше проявляется на урожайности. Обильное выпадение осадков во второй половине июля, августе, сентябре способствует её увеличению, а отсутствие – снижению.

Отличительная способность нового гибрида – сравнительно высокое качество зеленой массы. Убранная в фазу молочно-восковой спелости она содержала в расчете на сухое вещество 7,79% протеина; 3,03% жира; 4,53% сырой золы и 14,3% клетчатки.

Питательность 1 кг сухого вещества составила 0,82 корм. ед. с содержанием 62 г переваримого протеина, что соответствовало или на 4-7% превосходило уровень среднего стандарта.

К важнейшим достоинствам гибрида Ярик следует отнести его повышенную урожайность. В среднем за пять лет конкурсного сортоиспытания он превзошел стандартный гибрид Силосное 88 по урожайности зеленой массы на 32,2 т/га, или 52,7% сухой массы на 8,0 т/га – 45%. В сравнении со стандартным сортом Ставропольское 36 превышение составило соответственно 47,9 т/га зеленой массы и 12,5 т/га сухой массы. Максимальная урожайность зеленой массы 113,5 т/га была получена в 2016 году. Обуславливалось это во многом в увеличении прохождения межфазных периодов роста и развития растений сорго, максимальным выпадением и оптимальным распределением осадков в течение вегетационного периода.

При сортоиспытании установлено, что после скашивания до фазы выметывания растения гибрида быстро отрастают и в благоприятные по увлажнению годы урожайность отавы достигает 17-20 т/га, а общий урожай, полученный за 2 укоса, может быть выше одноукосного на 9-15%. Зерновая продуктивность гибрида Ярик в годы исследований была сравнительно невысокой и нестабильной с колебаниями по годам от 1,25 т/га до 3,31 т/га, составив в среднем 1,96 т/га. Основная причина – разные возможности для формирования полноценного урожая зерна для ранних и поздних растений. Установлено, что обильное выпадение осадков в июне-июле и высокие среднесуточные температуры в зоне исследований способствовали лучшему развитию более раннеспелых растений.

По результатам государственного сортоиспытания гибрид Ярик превысил стандарты в различных регионах на 0,5-2,5 т/га. Максимальная урожайность нормализованного сухого вещества в среднем за 2015-2016 годы (21,4 т/га) была получена на Благодарненском сортоучастке в засушливой зоне Ставропольского края.

Производственные опыты, заложенные в 2015-2017 гг., на тяжелых по механическому составу дельтовых почвах зоны рисосеяния Западного Предкавказья показали, что стабильная высокая продуктивность зеленой массы (в среднем 77,5 т/га), способность к снижению плотности почв по профилю за счет мощной, глубокопроникающей (до 2,5 м) корневой системы делают гибрид Ярик весьма перспективным для улучшения состояния почв, как фитомелиоранта в технологиях адаптивного земледелия.

Большой интерес представляет гибрид для возделывания в орошаемых условиях Юга России, где дефицит влаги в сочетании с высокой температурой, низкой относительной влажностью воздуха обуславливают часто повторяющиеся засухи. Посевы гетерозисного гибрида Ярик в 2012-2015 гг. на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья на опытном поле Всероссийского НИИ орошаемого земледелия при осуществлении полива дождеванием оросительной нормой 2760 м³/га позволили получить на контроле без удобрения 56,8 т/га зеленой массы, а при внесении минеральных удобрений в дозе N₂₅₀P₇₀K₁₃₀ – 109,5 т/га. Гибрид в этих условиях при поливе за 94-99 дней дал два равноценных укоса. Зеленая масса характеризуется высоким содержанием протеина (до 10,62%), жира (1,97%), сахара (13,12%), обменной энергии (9,64 МДж/кг).

К ценным качествам изучаемого гибрида относится высокая конкурентоспособность, что позволяет ему успешно произрастать не только в чистых, но и совместных посевах – особенно с кукурузой, где они успешно дополняют друг друга, увеличивая урожайность кормов и повышая их качество. Установлено, что в засушливой зоне оптимальным способом посева кукурузы и сорго является широкорядный (70 см) при соотношении рядов кукурузы и сорго 1:1 или 1:2.

Экологическое сортоиспытание, проведенное на опытной станции Алтайского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в восточной части Приобского плато на черноземе выщелоченном, среднемощном со среднегодовым количеством осадков за май-сентябрь 230 мм и суммой эффективных температур выше +10⁰С –1800-2260⁰С показало, что среднепоздний гетерозисный гибрид сорго сахарного

Ярик не достиг фазы созревания семян. Однако, растения гибрида успешно конкурировали с местными сортами по высоте, облиственности, устойчивости к полеганию, болезням и вредителям. По урожайности зеленой массы (39,3 т/га) гибрида Ярик превысил стандартный сорт Дуплет на 75,8%, сухого вещества (8,77 т/га) на 40,3%. В связи с этим можно сделать заключение, что внедрение гибрида гетерозисного сорго сахарного Ярик может дополнить набор традиционных для этой зоны кормовых культур, но для этого необходимо наладить семеноводство.

Выводы. Результатами многолетней селекционной работы ученых ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» создан высокогетерозисный гибрид сорго сахарного Ярик, обладающий высокими положительными признаками и свойствами. В 2017 году он внесен в Государственный реестр селекционных достижений для использования на силос и зеленый корм. Урожайность зеленой массы за 2013-2017 годы в конкурсном испытании составила 93,3 т/га. В благоприятном 2016 году она достигла 113,5 т/га. Высота растений имеет показатели 290 см и более. Их облиственность высокая, составляет 15,9%. Устойчивость к засухе, бактериозу и злаковой тле – высокая. Содержание сахара в соке стеблей в среднем составляет 13,5%, который можно использовать кроме кормовых целей и в пищевой промышленности.

Библиография

1. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И., Удовыдченко В.И., Володин А.Б. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: АГРУС, 2013. 520 с.
2. Кулинцев В.В., Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С., Паньков Ю.И. Возделывание сорго и однолетних кормовых культур на семена. Ставрополь: Изд-во ВНИИОК, 2019. 128 с.
3. Володин А.Б., Жукова М.П. Потенциальные возможности сахарного сорго // Кормопроизводство. 2002. № 4. С. 11-15.
4. Малиновский Б.Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1992. 267 с.
5. Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С. Кормовой потенциал гибридов сахарного сорго в засушливых условиях Центрального Предкавказья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 109-111.
6. Володин А.Б., Капустин С.И., Капустин А.С. Селекция гибридного сорго в Ставропольском крае // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 4 (12). С. 50-56.
7. Капустин С.И., Володин А.Б., Кухарук М.Ю., Капустин А.С. Оценка исходного материала для селекции высокосахаристых сортов и гибридов сорго // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 44-51.
8. Kapustin S., Volodin A., Kapustin A. Comprehensive assessment of new varieties and hybrids sugar sorghum in the conditions of South Russia // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. No. 06 (06). P. 11512-11517.
9. Малиновский Б.Н. Гетерозис у сорго и его использование в селекции // Сб. трудов ВАСХНИЛ. Ленинград: Колос, 1968. С. 292-301.
10. Володин А.Б., Капустин С.И., Капустин А.С. Использование гетерозиса в повышении урожайности и качества зеленой массы сахарного сорго // Сб. трудов «Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею ученого-селекционера, Заслуженного изобретателя РФ, Заслуженного деятеля науки РСО-Алания, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Сарры Абрамовны Бекузаровой". 2017. С. 63-65.
11. Wang L., Jiao S., Jiang Y., Yan H., Sun G. Genetic diversity in parent lines of sweet sorghum based on agronomical traits and SSR markers // Field Crops Research. 2013. Vol. 149. P. 11-19.
12. Ringo J.; Onkware A.; Mgonja M. Heterosis for yield and its components in sorghum ('Sorghum bicolor' L. Moench) hybrids in dry lands and sub-humid environments of East Africa // Australian Journal of Crop Science. 2015. Vol. 9. No. 1. P. 9-13.
13. Pfeiffer T.W., Bitzer M.J., Toy J.J., Pedersen J.F. Heterosis in Sweet Sorghum and Selection of a New Sweet Sorghum Hybrid for Use in Syrup Production in Appalachia // Crop Science. 2010. No. 50 (5). P. 1788-1794.
14. Arora M., Kocher G.S., Sohu R.S. Evaluation of sweet sorghum varieties for their juice characteristics // Journal of Food, Agriculture and Environment. 2017. Vol.15. No.2. P. 58-61.
15. Reddy P.S., Reddy B.V.S., Rao P.S. Genotype by sowing date interaction effects on sugar yield components in sweet sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) // SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 2014. No.46 (2). P. 241-255.

16. Володин А.Б., Капустин С.И., Даниленко Ю.П. Рекомендации по возделыванию сорго на зерно, силос и зелёный корм в Ставропольском крае. Саратов: Амирит, 2015. 32 с.
17. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: МСХ СССР, 1985. 267 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 335 с.

References

1. Kulintsev V.V., Godunova E.I., Zhelnakova L.I., Udovydchenko V.I., Volodin A.B. et al. The farming system of the new generation of the Stavropol Territory. Stavropol: AGRUS, 2013. 520 p.
2. Kulintsev V.V., Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S., Pan'kov Yu.I. The cultivation of sorghum and annual forage crops for seed. Stavropol: Publishing house VNIIOK, 2019. 128 p.
3. Volodin A.B., Zhukova M.P. Potentialities of sugar sorghum // Feed production. 2002. № 4. P. 11-15.
4. Malinovsky B.N. Sorghum in the North Caucasus. Rostov-on-Don: Publishing House of Rostov University, 1992. 267 p.
5. Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S. The feeding potential of hybrids of sugar sorghum in arid conditions of the Central Ciscaucasia // News of the Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 4 (72). P. 109-111.
6. Volodin A.B., Kapustin S.I., Kapustin A.S. Selection of hybrid sorghum in the Stavropol Territory // Tavricheskiy Vestnik agrarian science. 2017. No. 4 (12). P. 50-56.
7. Kapustin S.I., Volodin A.B., Kukharuk M.Yu., Kapustin A.S. Evaluation of source material for breeding high-sugar varieties and sorghum hybrids // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2019. № 2. P. 44-51.
8. Kapustin S., Volodin A., Kapustin A. Comprehensive assessment of the varieties and hybrids of sugar sorghum in the conditions of South Russia // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. No. 06 (06). P. 11512-11517.
9. Malinovsky B.N. Heterosis in sorghum and its use in breeding // Sb. works of agricultural. Leningrad: Kolos, 1968. P. 292-301.
10. Volodin A.B., Kapustin S.I., Kapustin A.S. Use of heterosis in increasing the yield and quality of the green mass of sugar sorghum. Proceedings of "Current and New Directions in Breeding and Seed Crops of Agricultural Crops: Materials of the International Scientific and Practical Conference on the anniversary of the scientist-breeder, Honored Inventor of the Russian Federation, Honored Scientist of RNO-Alania, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Sarra Abramovna Bekuzarova." 2017. P. 63-65.
11. Wang L., Jiao S., Jiang Y., Yan H., Sun G. Genetic diversity in parent lines of sweet sorghum based on agronomical traits and SSR markers // Field Crops Research. 2013. Vol. 149. P. 11-19.
12. Ringo J.; Onkware A.; Mgonja M. Heterosis for yield and its components in sorghum ('Sorghum bicolor' L. Moench) hybrids in dry lands and sub-humid environments of East Africa // Australian Journal of Crop Science. 2015. Vol. 9. No. 1. P. 9-13.
13. Pfeiffer T.W., Bitzer M.J., Toy J.J., Pedersen J.F. Heterosis in Sweet Sorghum and Selection of a New Sweet Sorghum Hybrid for Use in Syrup Production in Appalachia // Crop Science. 2010. No. 50 (5). P. 1788-1794.
14. Arora M., Kocher G.S., Sohu R.S. Evaluation of sweet sorghum varieties for their juice characteristics // Journal of Food, Agriculture and Environment. 2017. Vol.15. No.2. P. 58-61.
15. Reddy P.S., Reddy B.V.S., Rao P.S. Genotype by sowing date interaction effects on sugar yield components in sweet sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) // SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 2014. No.46 (2). P. 241-255.
16. Volodin A.B., Kapustin S.I., Danilenko Yu.P. Recommendations for the cultivation of sorghum for grain, silage and green fodder in the Stavropol region. Saratov: Amirit, 2015. 32 p.
17. Fedin M.A. Methods of state variety testing of agricultural crops. Moscow: USSR Ministry of Agriculture, 1985. 267 p.
18. Dospikhov B.A. Field experience. Moscow: Kolos, 1985. 335 p.

Сведения об авторах

Капустин Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, тел.: +7 988 678 98 57, e-mail: sniish@mail.ru.

Володин Александр Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, тел.: +79624512303, e-mail: sniish@mail.ru.

Капустин Андрей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей биологии и биоразнообразия института живых систем, старший научный сотрудник центра развития публикационной активности и патентно-лицензионной работы управления науки и технологий, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +79880964726, e-mail: akapustin@ncfu.ru.

Information about authors

Kapustin Sergey Ivanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, senior researcher of the laboratory of selection and primary seed production of sorghum, Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center», Stavropol region, Mikhailovsk, ul. Nikonova, 49, tel.: +79886789857, e-mail: sniish@mail.ru.

Volodin Aleksandr Borisovich, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of selection and primary seed sorghum, Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center», Stavropol region, Mikhailovsk, ul. Nikonova, 49, tel.: +79624512303, e-mail: sniish@mail.ru.

Kapustin Andrey Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department general biology and biodiversity of the institute living systems, senior researcher at the center for the development of publication activity and patent-licensing work of the department science and technology, Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education "North-Caucasus Federal University", 1, Pushkin Street, Stavropol, tel.: +79880964726, e-mail: akapustin@ncfu.ru.

УДК 631.43:631.51:631.8:633.15

С.Д. Лицуков, А.Ф. Глуховченко, А.И. Титовская

АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТКАХ ПОЧВЫ И ДОЗАХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Внесение органических и минеральных удобрений повышало запасы продуктивной влаги к посеву по отношению к контролю (без внесения удобрений) независимо от обработок. К уборке кукурузы на зерно запасы влаги в метровом слое существенно уменьшились. Минимальный запас влаги во всех вариантах по мелкой обработке. К уборке влияние применяемых удобрений на запас продуктивной влаги незначительно. При возделывании кукурузы на зерно по всем вариантам за годы исследований складывались оптимальные показатели плотности. Плотность почвы перед посевом находилась в состоянии близком к оптимальному - 1,11-1,18 г/см³. За период вегетации показатель плотности почвы несколько увеличился и, к моменту уборки плотность в слое 0-40 см составляла по различным вариантам – 1,21-1,27 г/см³. Наибольшие показатели плотности почвы к уборке урожая получены при мелкой обработке почвы по всем вариантам удобрённости. Внесение органических и минеральных удобрений способствовало улучшению структурного состава почвы, особенно заметны изменения по всем обработкам в слое почвы 0-10 см. Внесение органических удобрений, как в чистом виде, так и в комплексе с минеральными, а также внесение минеральных удобрений оказывали влияние на увеличение коэффициента структурности почвы, особенно это проявилось на вариантах со вспашкой. За три года урожайность кукурузы на вспаханых делянках была выше, чем по безотвальной обработке. Птичий помет и компост 20 т/га в чистом виде увеличили урожайность на 15,1-18,1% относительно контроля. Дополнительное внесение на этих вариантах азотных удобрений привело к росту урожайности на 20-24% по вспашке, 17,9-29,4% по безотвальной обработке, на 23% по мелкой обработке. Качество зерна кукурузы зависело от применяемых удобрений. Минеральные удобрения повышали в зерне содержание азота на 0,11-0,29 %, фосфора на 0,1-0,13%, а калия – 0,02-0,04 %. Внесение органических удобрений (птичий помет и компост 20 т/га) увеличило содержание азота и фосфора в зерне по сравнению с контролем на 0,08-0,22% и 0,04-0,06% соответственно.

Ключевые слова: птичий помет, птичий компост, минеральные удобрения, обработка почвы, продуктивная влага, плотность почвы, урожайность, качество зерна кукурузы, азот, фосфор, калий.

AGROCHEMICAL SUBSTANTIATION OF THE AGROPHYSICAL SOIL PROPERTIES AND PRODUCTIVITY OF CORN UNDER DIFFERENT SOIL TREATMENTS AND DOSES OF FERTILIZERS

Abstract. The application of organic and mineral fertilizers increased the reserves of productive moisture to the crop in relation to the control (without fertilizers) regardless of the treatments. To harvest maize for grain the amount of moisture in the meter layer is substantially decreased. Minimum moisture content in all variants of fine processing. The effect of applied fertilizers on the stock of productive moisture is insignificant for cleaning. The cultivation of corn for grain in all variants over the years studies have developed optimal density. The density of the soil before sowing was in a state close to optimal - 1.11-1.18 g/cm³. During the growing season, the soil density index increased slightly and, by the time of harvesting, the density in the layer 0-40 cm was in different variants – 1.21-1.27 g/cm³. The highest densities of soil to the harvest obtained with shallow tillage in all the fertilizer. The introduction of organic and mineral fertilizers has improved the structural composition of the soil, especially noticeable changes in all treatments in the soil layer 0-10 cm. The application of organic fertilizers both in pure form and in combination with mineral fertilizers, as well as the application of mineral fertilizers, had an impact on the increase in the coefficient of soil structure, especially this was manifested in the options with plowing. For three years, the yield of corn on plowed plots was higher than on non-dump processing. Bird droppings and compost 20 t/ha in pure form increased the yield by 15.1, 18.1 % relative to the control. Additional contributions to these embodiments, nitrogen fertilizers led to increase the yield by 20-24% for plowing, and 17.9-29.4% of the subsurface for treatment, 23% for small treatment. The quality of corn grain depended on the applied fertilizers. Mineral fertilizers increased the content of nitrogen in grain by 0.11-0.29 %, phosphorus by 0.1-0.13%, and potassium – 0.02-0.04 %. Application of organic fertilizers (poultry manure and compost 20 t/ha) increased the content of nitrogen and phosphorus in the grain compared to the control by 0.08-0.22% and 0.04-0.06%, respectively.

Keywords: bird droppings, bird compost, mineral fertilizers, soil treatment, productive moisture, soil density, yield, corn grain quality, nitrogen, phosphorus, potassium.

Устойчивое наращивание производства зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса России. В успешном решении этой проблемы важная роль принадлежит кукурузе – одной из главных зернофуражных культур многопланового использования [1;7]. В процессе роста и развития растения предъявляют определенные требования к условиям внешней среды, которые связаны с характером и интенсивностью физиолого-биохимических

процессов, протекающих в них. В результате этих процессов растения накапливают белки, жиры, крахмал, сахар, витамины и другие вещества, характеризующие качество урожая, которое в зависимости от условий выращивания может изменяться в широких пределах [8]. Повышение урожайности зерна кукурузы в сочетании с улучшением его биохимического состава является актуальной проблемой современного растениеводства. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, способствующим повышению качества урожая, являются удобрения.

Ведущая роль в повышении эффективности земледелия принадлежит созданию оптимального питания растений. Удобрения являются одним из быстродействующих средств формирования высоких урожаев всех культур. В связи со значительным отчуждением органической массы с урожаем для поддержания плодородия деградированных почв необходимо применение различных органических мелиорантов (органических удобрений) [9]. Действие птичьего помета превосходит эффект от эквивалентного количества NPK, внесенных в почву в составе минеральных удобрений. При внесении минимальной дозы помета суммарная прибавка урожая составляет 42 % к контролю, а максимальной дозы - 105 %. Содержание азота и фосфора в продукции растениеводства увеличивалось по мере роста доз, причем органические удобрения в большей степени влияли на накопление культурами азота [4]. В формировании урожая большую роль играет также основная обработка почвы.

Основная обработка почвы является важным и наиболее трудоёмким процессом в современном земледелии. В зависимости от приёмов и глубины основной обработки на её долю приходится от 30 до 60 % денежных затрат, расходуемых на выращивание и уборку сельскохозяйственных культур [5].

Механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий улучшает физические, химические и биологические процессы, создавая оптимальные условия для развития растений.

Запас влаги зависит в первую очередь от водопроницаемости почвы. Наибольшая водопроницаемость отмечена на полях, где использовали плуг. При этом в почве к весне находилось большее количество водопрочных агрегатов, в сравнении с безотвальной обработкой. Это позволяет почве меньше заплывать, вследствие чего происходит уменьшение ее плотности при выпадении обильных осадков или на орошении [4]. При применении мелких и глубоких безотвальных обработок отмечается улучшение структурности почвы [2], [3],[10].

Целью наших исследований являлось изучение влияния приемов основной обработки почвы, действия органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы.

Исследования проводились в демонстрационном центре БАСФ Красноярского района Белгородской области. Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным, с содержанием гумуса 4,6%, тяжелосуглинистого механического состава, рН-6.12, Нг-2.16. Содержание гидролизуемого азота- 147 мг/кг, подвижного фосфора – 51 мг/кг, обменного калия – 89 мг/кг. Схемой опыта было предусмотрено три способа обработки почвы: 1.вспашка на глубину 22-25см; 2.безотвальная обработка на глубину 22-25см; 3.мелкая обработка на глубину 10-12см. и шесть фонов удобрённости: 1.без удобрений; 2.птичий помет 20т/га; 3.птичий помет 20т/га+ N60; 4.компост (птичий) - 20т/га; 5.компост (птичий) - 20т/га +N60; 6.N130P130K130 + N100.

Результаты и их обсуждение. Влияние удобрений и способов обработки почвы на урожайность и качество зерна кукурузы, агрофизические свойства почвы отражены в дальнейшем материале.

Влажность почвы. Весной запасы продуктивной влаги в почве колебались в пределах 133,7-144,0 мм на контрольном варианте и 142,0-152,7 мм на удобренных делянках. По безотвальной обработке на контрольном варианте весной запас влаги был минимален и составил 133,7мм. Внесение органических и минеральных удобрений по всем обработкам почвы способствовало увеличению запасов продуктивной влаги к посеву до 144,3 – 152,0мм по вспашке, до 146,3 – 151,0мм по безотвальной обработке и до 142,0 – 150,7 мм по мелкой обработке.

Максимальное значение этого показателя отмечено в варианте с птичьим компостом 20т/га по вспашке и составили 152,0 мм и по безотвальной обработке – 152,7мм.

Запасы продуктивной влаги весной зависели от применяемой обработки почвы. По безотвальной обработке на контрольном варианте произошло снижение продуктивной влаги относительно вспашки и мелкой обработки на 8,0 мм и 10,3мм соответственно. По мелкой обработке аналогичное снижение запасов влаги произошло в варианте с внесением птичьего компоста на 7,0мм и 7,7мм, и на варианте с минеральными удобрениями на 6,7мм и 4,3мм соответственно.

Применение органических и минеральных удобрений оказывало влияние на накопление продуктивной влаги. По вспашке на вариантах с органическими и минеральными удобрениями превышение относительно контрольного варианта и составило 5,3-10,3мм. По безотвальной обработке превышение составило 12,6-19,0мм. По мелкой обработке внесение органических, органических и минеральных удобрений совместно так же способствовали накоплению запасов влаги.

К уборке запасы продуктивной влаги в метровом слое уменьшились. Максимальное снижение произошло по минимальной обработке почвы. По всем вариантам, кроме варианта с минеральным удобрением, снижение составило 3,3-12,3мм., а в варианте с полной дозой минерального удобрения произошло незначительное увеличение запаса влаги по отношению к контролю. К уборке влияние применяемых удобрений не оказала существенного влияния на запасы продуктивной влаги. Данные результатов находились в пределах ошибки опыта. Следовательно, осенне-зимние запасы продуктивной влаги на вариантах без внесения удобрений зависели от способа основной обработки почвы. Внесение органических, совместное внесение органических и минеральных удобрений, а также минеральных удобрений нивелировали влияние обработок на запасы продуктивной влаги, и этот показатель незначительно изменялся под влиянием обработок. Во всех вариантах внесение органических и минеральных удобрений повышало запасы продуктивной влаги к посеву по отношению к контролю независимо от обработок.

К уборке кукурузы на зерно запасы влаги в метровом слое существенно уменьшились. Минимальный запас влаги во всех вариантах по мелкой обработке. Внесение органических и совместное внесение органических и минеральных удобрений не оказывали существенного влияния на изменение этого показателя, однако на минеральном фоне больше влаги при безотвальной и мелкой обработках.

Плотность почвы. Плотность почвы перед посевом находилась в состоянии близком к оптимальному - 1,11-1,18г/см³, таблица 1. Для слоя почвы 0-40см по безотвальным обработкам относительно вспашки наблюдалось уплотнение по всем вариантам на 0,01-0,04 г/см³. Внесение органических удобрений отдельно, так и совместно с минеральными, привело к незначительному уплотнению почвы. Данные результатов находились в пределах ошибки опыта.

Фактор А- обработка почвы, фактор В- удобрения

По нашим данным достоверное уплотнение почвы относительно контрольного варианта произошло за счет минеральных удобрений на 0,03-0,07 г/см³ при НСР_{0,5}-0,03.

За период вегетации показатель плотности почвы несколько увеличился и, к моменту уборки плотность в слое 0-40см составляла по различным вариантам – 1.21-1.27 г/см³.

По данным результатов на вспашке к уборке для слоя 0-40см плотность почвы несколько уменьшилась относительно безотвальных обработок на 0,01-0,02 г/см³. Максимальное увеличение данного показателя отмечено по минимальной обработке на контроле и составила 1.27 г/см³.

Совместное применение органических и минеральных удобрений привело к разуплотнению почвы относительно контрольного варианта на 0,03-0,04 г/см³ по вспашке, по безотвальной обработке – на 0,03 г/см³, по мелкой на 0,01-0,03г/см³ при НСР_{0,5}- 0,02.

Плотность почвы в опыте зависела от способа обработки почвы и применяемых удобрений, как органических, так и минеральных. Наибольшие показатели плотности почвы к уборке урожая получены при мелкой обработке почвы по всем вариантам удобрённости.

Таблица1 - Плотность почвы под кукурузой в зависимости от способов обработки и удобрений, г/см³, среднее 2010-2012гг

Варианты	Слой почвы, см	Способ обработки почвы					
		вспашка		безотвальная обработка		мелкая	
		посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
Контроль без удобрений	0-10	1,07	1,3	1,09	1,24	1,07	1,28
	10-20	1,12	1,25	1,10	1,27	1,14	1,31
	20-30	1,11	1,23	1,18	1,27	1,20	1,32
	30-40	1,12	1,23	1,16	1,24	1,13	1,19
	0-40	1,11	1,25	1,13	1,25	1,13	1,27
Птичий помет 20т/га	0-10	1,12	1,25	1,1	1,23	1,16	1,23
	10-20	1,09	1,24	1,12	1,21	1,19	1,31
	20-30	1,15	1,26	1,21	1,32	1,18	1,28
	30-40	1,14	1,26	1,22	1,29	1,12	1,22
	0-40	1,12	1,25	1,16	1,23	1,16	1,26
Птичий помет 20т/га +N60	0-10	1,07	1,21	1,05	1,24	1,15	1,24
	10-20	1,09	1,25	1,16	1,27	1,2	1,25
	20-30	1,18	1,26	1,2	1,24	1,15	1,25
	30-40	1,15	1,26	1,15	1,25	1,17	1,22
	0-40	1,12	1,24	1,14	1,25	1,16	1,24
Компост птичий 20т/га	0-10	1,09	1,31	1,13	1,23	1,18	1,28
	10-20	1,18	1,18	1,18	1,24	1,19	1,31
	20-30	1,16	1,17	1,15	1,27	1,21	1,28
	30-40	1,15	1,2	1,17	1,22	1,11	1,2
	0-40	1,14	1,22	1,15	1,24	1,17	1,26
Компост птичий 20т/га+N60	0-10	1,09	1,29	1,09	1,19	1,10	1,24
	10-20	1,08	1,22	1,12	1,23	1,17	1,25
	20-30	1,21	1,19	1,19	1,30	1,20	1,27
	30-40	1,12	1,16	1,2	1,17	1,2	1,19
	0-40	1,13	1,21	1,15	1,22	1,16	1,24
N130 P130 K130+ N100	0-10	1,16	1,28	1,12	1,25	1,17	1,25
	10-20	1,21	1,30	1,18	1,23	1,24	1,29
	20-30	1,19	1,24	1,22	1,26	1,15	1,26
	30-40	1,17	1,15	1,12	1,23	1,18	1,18
	0-40	1,18	1,24	1,16	1,24	1,18	1,25
НСР05 фактор А	0-40	0,02	0,02				
НСР05 фактор В		0,03	0,02				

Структура почвы. В таблицах 2,3представлены данные по структурному состоянию пахотного горизонта при посеве и уборке.

Данные таблицы 2 показывают, что на контрольных делянках агрономически ценной фракции 0,25 – 10 мм было от 78,8% по вспашке до 76,0% по безотвальной обработке, т.е. значительных различий не выявлено. Внесение органических и минеральных удобрений оказало влияние на количество агрономически ценной фракции 0,25 – 10 мм и наибольшее количество ее на момент посева в слое 0-10 см было на делянках компост птичий 20т/га 82,6% по вспашке, а минимальное - при мелкой обработке в варианте птичий помет 20т/га+N60 – 76,3%.

По вспашке на момент посева по всем вариантам коэффициент структурности был выше, чем по безотвальной обработке на 0,6-2,3ед., по мелкой на 0,9-1,1ед.. Это связано с увеличением по этим обработкам глыбистых агрегатов и снижения комковато-зернистых.

В слое 10-20см по безотвальным обработкам относительно вспашки увеличилось содержание комковато-зернистых агрегатов и уменьшилось количество глыбистых и пылевидных.

Таблица 2 - Влияние способов обработки и удобрений на агрегатный состав почвы перед посевом кукурузы в среднем за 2010 – 2012гг., в % к общей массе воздушно сухой почвы.

Прием основной обработки почвы	Варианты опыта	Слой почвы, см											
		0-10			Ко-эф стр	10-20			Ко-эф стр	20-40			Ко-эф стр
		Фракция, мм				Фракция, мм				Фракция, мм			
		<0,25	0,25-10	>10		<0,25	0,25-10	>10		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка, 22-25см	Контроль	10,1	78,8	11,1	3,6	7,1	77,8	15,1	3,5	6,8	68,4	24,8	2,2
	Птичий помет 20т/га	9,3	81,8	8,9	4,5	8,7	79,1	12,2	3,8	7,4	78,3	14,3	3,6
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	9,6	81,0	9,4	4,3	8,3	75,6	16,1	3,1	10,9	73,2	15,9	3,2
	Компост птичий 20т/га	7,5	82,6	9,9	4,8	9,6	78,0	12,4	3,5	8,3	74,9	16,8	3,0
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	9,4	80,2	10,4	4,0	9,7	78,4	11,9	3,6	11,1	78,2	10,7	3,6
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	9,7	81,1	9,2	4,3	8,2	75,4	16,4	3,1	7,5	78,1	14,4	3,6
Безотвальная обработка, 22-25см	Контроль	10,5	76,0	13,5	3,2	8,9	78,9	12,2	3,7	10,0	73,6	16,4	2,8
	Птичий помет 20т/га	8,8	76,6	14,6	3,3	6,0	77,9	16,1	3,5	8,9	77,7	13,4	3,5
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	9,6	78,4	12,0	3,6	7,9	80,1	12,0	4,0	8,3	80,8	10,9	4,2
	Компост птичий 20т/га	9,7	81,0	9,3	4,3	6,1	75,2	18,7	3,0	10,4	77,8	11,8	3,5
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	8,8	81,0	10,2	4,3	8,5	80,8	10,7	3,3	8,2	79,2	12,6	3,8
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	9,3	76,9	13,8	3,3	9,9	75,2	14,9	3,0	8,6	79,8	11,6	3,9
Мелкая Обработка, 10-12см	Контроль	7,9	77,6	14,5	3,5	7,3	77,8	14,9	3,5	12,2	71,6	16,2	2,5
	Птичий помет 20т/га	8,6	78,9	12,5	3,8	7,1	77,5	15,4	3,4	7,9	78,9	13,2	3,8
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	10,8	76,3	12,9	3,2	7,1	79,3	13,6	3,8	8,8	81,0	10,2	4,3
	Компост птичий 20т/га	9,7	78,3	12,0	3,6	7,0	82,1	10,9	4,6	15,4	74,9	9,7	3,0
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	8,7	79,1	12,2	3,8	7,2	78,2	14,6	3,6	9,7	76,3	14,0	3,2
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	8,1	78,2	13,7	3,5	7,1	84,6	8,3	5,5	7,0	78,5	14,5	3,7

В слое 20 – 40 см количество агрономически ценной фракции 0,25 – 10 мм на контроле составило 68,4% по вспашке, 73,6% по безотвальной обработке и 71,6% по мелкой.

В наших исследованиях коэффициент структурности почвы составил во всех вариантах более 1,5, т.е. агрегатное состояние отличное. На контрольных вариантах коэффициент структурности в слое 0-10см. незначительно отличался по приемам обработки почв и составил от 3,2 по безотвальной обработке до 3,6 по вспашке. На удобренных вариантах коэффи-

коэффициент структурности в слое 0-10см. повышался по всем вариантам до 4,8 по вспашке, до 4,3 по безотвальной обработке и до 3,8 по мелкой обработке.

По вспашке в слое 0-10см удобрения увеличили коэффициент структурности относительно неудобренного варианта на 0,4-1,2. По безотвальным обработкам увеличению данного показателя также способствовало внесение органических и минеральных удобрений.

В слоях 10-20 см и 20-40 см на увеличение коэффициента структурности также повлияло применение удобрений и увеличение комковато-зернистых агрегатов относительно контрольных вариантов.

Таблица 3 - Влияние способов обработки и удобрений на агрегатный состав почвы перед уборкой кукурузы в среднем за 2010 – 2012гг., в % к общей массе воздушно сухой почвы

Прием основной обработки почвы	Варианты опыта	Слой почвы, см											Коэф стр
		0-10			Коэф стр	10-20			Коэф стр	20-40			
		Фракция, мм				Фракция, мм				Фракция, мм			
		<0,25	0,25-10	>10		<0,25	0,25-10	>10		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка, 22-25см	Контроль (без удобрений)	8,3	82,4	9,3	4,5	5,4	79,9	14,7	4,0	5,6	78,2	16,2	3,6
	Птичий помет 20т/га	9,8	83,3	6,9	5,0	7,0	78,1	14,9	3,6	8,5	79,3	14,0	3,5
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	9,2	83,7	7,1	5,1	6,5	77,7	15,8	3,5	10,2	77,2	12,6	3,4
	Компост птичий 20т/га	6,6	85,6	7,8	5,9	7,5	81,2	11,4	4,3	6,6	78,7	14,8	3,7
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	8,1	83,5	8,4	5,0	7,6	80,8	11,6	4,2	11,8	81,5	13,7	3,2
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	8,7	84,5	6,8	5,4	6,4	79,0	14,6	3,7	8,7	78,3	13,0	3,6
Безотвальная обработка 22-25см	Без удобрений	8,9	79,0	12,1	3,7	7,7	75,6	16,7	3,1	7,8	75,6	16,7	3,1
	Птичий помет 20т/га	8,1	78,3	13,6	3,6	9,4	76,1	14,5	3,2	6,8	79,9	13,3	4,0
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	9,0	77,2	13,8	3,4	10,2	73,3	16,5	2,7	6,2	78,1	15,7	3,6
	Компост птичий 20т/га	9,2	82,8	7,9	4,8	8,6	75,3	16,1	3,0	8,1	79,9	12,0	4,0
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	7,9	82,9	9,2	4,9	7,4	76,8	15,2	3,4	11,0	75,0	14,0	3,0
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	8,4	80,3	11,3	3,9	6,8	75,8	17,4	3,1	10,5	72,6	18,2	2,5
Мелкая обработка 10-12см	Без удобрений	11,1	78,6	10,3	3,6	11,5	70,9	17,6	2,4	9,5	74,3	16,2	2,9
	Птичий помет 20т/га	9,5	76,3	14,2	3,2	5,4	76,5	18,2	3,2	6,0	82,2	11,9	4,6
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	11,8	75,7	12,5	3,1	8,2	75,0	16,8	3,0	6,6	78,9	14,4	3,8
	Компост птичий 20т/га	8,9	80,6	10,5	4,2	9,5	75,8	14,7	3,1	8,5	79,2	12,3	3,8
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	11,0	77,2	11,8	3,4	9,9	74,0	16,1	2,8	7,5	79,8	12,7	3,9
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	8,1	79,0	12,9	3,8	9,2	77,0	13,8	3,7	5,1	77,6	17,3	3,4

На период уборки кукурузы происходило изменение структуры почвы по слоям, системам удобрений и обработкам почвы и коэффициент структурности почвы увеличился по сравнению с весенним сроком.

В слое 0-10см., на всех вариантах опыта по вспашке, содержание агрономически ценной фракции 0,25 – 10 мм было выше по сравнению с безотвальной и мелкой обработками. Такая же тенденция наблюдалась и в слое 10-20см и 20-40см. Внесение органических и минеральных удобрений оказывало положительное влияние на содержание агрономически ценной фракции 0,25 – 10 мм. В слое 0-10см по безотвальным обработкам коэффициент структурности ниже, чем по вспашке на 0,7-2,1ед. Это произошло за счет увеличения по вспашке комковато-зернистых агрегатов на 2,6-8,5% и снижения соответственно соотношения глыбистой и пылевидной фракций.

Внесение удобрений по вспашке в слое 0-10см способствовало увеличению коэффициента структурности относительно неудобренного варианта на 0,5-1,4ед.

По безотвальной обработке в слое 0-10см в вариантах с птичьим компостом так же наблюдалось увеличение агрономически ценной фракции на 4,6-4,7%, что привело к росту коэффициента структурности на 1,2-1,3ед. относительно контроля. На мелкой обработке при внесении птичьего компоста произошло увеличение коэффициента структурности на 0,6 ед.

В слое 10-20 см по безотвальным обработкам увеличилось количество комковато-зернистых агрегатов на 0,9-6,4%. В слое 20-40см по тем же обработкам увеличилось содержание глыбистой фракции на 0,4-2,3%, что незначительно повлияло на коэффициент структурности.

По нашим данным к уборке урожая по слоям почвы увеличилось наличие комковато-зернистой и снижения пылевидной фракции, что и привело к увеличению коэффициента структурности в слое 0-10см. В слое 10-20см и 20-40см содержание агрономически ценной фракции снизилось по всем обработкам и фонам удобренности и снизился коэффициент структурности, но незначительно.

Таким образом, в опыте внесение органических и минеральных удобрений способствовало улучшению структурного состава почвы, особенно заметны изменения по всем обработкам в слое почвы 0-10см. Внесение органических, совместное внесение органических и минеральных удобрений, а также внесение минеральных удобрений оказывали влияние на увеличение структурности почвы, особенно это проявилось в вариантах по вспашке. В слоях 10-20см и 20-40см влияние применяемых удобрений привело к незначительному изменению соотношения почвенных фракций и коэффициента структурности.

Урожайность и качество продукции. Одним из наиболее значительных характеристик при оценке исследуемых агроприемов является урожайность культур и качество получаемой продукции.

Урожайность зерновой кукурузы на протяжении трех лет испытаний зависела от обработки почвы и применяемых удобрений. Не мало важное значение на формирование зерна кукурузы оказали сложившиеся погодные условия в годы исследования.

В условиях засушливого 2010г растениям кукурузы не удалось сформировать хорошую озерненность початков и получить высокую урожайность зерна. Средняя урожайность в 2010г составила 4,41т/га. По вспашке на варианте птичий компост 20т/га + N60 наибольшая урожайность составила 5,29т/га. Превышение над контрольным вариантом по вспашке составило 0,24-0,49т/га, по безотвальным обработкам 0,16-1,25т/га, таблица 5.

Органические удобрения привели к росту урожайности по безотвальным обработкам от 4,4% до 22,8%. Совместное внесение органических и минеральных удобрений позволило увеличить урожайность в опыте на 8,5-37%.

Условия 2011г сложились самыми благоприятными для получения хороших показателей урожайности. Средняя урожайность по вспашке составила 8,23т/га, безотвальной и мелкой обработкам 7,66т/га и 7,3т/га соответственно. Максимально реализовали свое влияние минеральные удобрения, увеличив урожайность на 23,7-32,9%. Прибавка от совместного внесения удобрений составила 1,15-1,87т/га (17,6-28,5%), от внесения птичьего помета 1,04-1,44т/га (15,9-20,9%), птичьего компоста 0,88-1,07т/га (17,6-28,2%).

Урожайность кукурузы в 2012 году во многом зависела как от способа обработки почвы, так и от фона удобренности. В большинстве вариантов преимущество имела вспашка. В варианте компост птичий 20т/га + N60 отмечена самая высокая урожайность зерновой кукурузы 7,64 т/га.

По вспашке на фоне органических удобрений по сравнению с безотвальной и мелкой обработками превышение составило 1,36 т/га, 1,83 т/га и 1,4 т/га, 1,66 т/га соответственно.

Полная доза минерального удобрения так же увеличила урожайность по вспашке по сравнению с безотвальной и мелкой обработкой на 0,61 т/га и 1,26 т/га соответственно.

Эффективность органических, органических и минеральных удобрений совместно позволило увеличить урожайность по вспашке на 20,4-34,5%, по безотвальным обработкам на 9,6-30,6%.

В среднем за три года урожайность зерна кукурузы на вспаханных полях была выше, чем по безотвальным обработкам. На контроле она составила 5,79т/га по вспашке, 4,91т/га по безотвальной и 4,8т/га по мелкой обработке.

Птичий помет и компост 20т/га в чистом виде увеличил урожайность на 15,1-18,1% относительно контроля. Дополнительное внесение на этих вариантах азотных удобрений привело к росту урожайности на 20-24% по вспашке, 17,9-29,4% по безотвальной обработке, на 23% по мелкой обработке.

Урожайность от совместного внесения органических и минеральных удобрений относительно органики увеличилась на 2-8%.

Полная доза минерального удобрения привела к увеличению урожайности на 20,2-28,7%, при этом немного уступив вариантам с совместным внесением органических и минеральных удобрений. В нашем исследовании питательная ценность зерна кукурузы зависела от внешних условий и применяемых удобрений.

Таблица 4 - Урожайность зерна кукурузы в зависимости от приемов основной обработки почвы, органических и минеральных удобрений (2010-2012 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га											
	2010г			2011г			2012г			Среднее 2010-2012гг		
	в	б	м	в	б	м	в	б	м	в	б	м
Контроль, без удобрений	4,80	3,38	3,64	6,90	6,53	6,20	5,68	4,82	4,57	5,79	4,91	4,80
Птичий помет- 20т/га	5,24	4,15	4,29	8,34	7,57	7,45	6,84	5,48	5,01	6,81	5,73	5,58
Птичий помет- 20т/га+ N ₆₀	5,21	3,75	4,51	8,41	7,68	7,42	7,35	5,95	5,69	6,99	5,79	5,87
Птичий компост- 20т/га	5,04	3,65	3,80	7,78	7,71	7,27	7,17	6,04	5,83	6,66	5,80	5,63
Птичий компост- 20т/га+ N ₆₀	5,29	4,63	4,30	8,77	8,37	7,53	7,64	6,12	5,97	7,23	6,37	5,93
N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	4,83	4,61	4,28	9,17	8,08	7,93	6,68	6,27	5,62	6,96	6,32	5,94
Фактор А НСР ₀₅	0,36			0,61			0,64			0,25		
Фактор В НСР ₀₅	0,51			0,87			0,9			0,35		

Примечание: в-вспашка; б-безотвальная обработка; м-мелкая обработка

Результаты химического анализа зерна кукурузы свидетельствуют о том, что его ценность определялась складывающимися погодными условиями. В экстремально засушливом 2010г к уборке в зерне накапливалось меньше сырой клетчатки и повышалось содержание сырого жира по сравнению с более благоприятными условиями в 2011 и 2012 гг.

Данные химического состава зерна кукурузы показали, что содержание азота в зерне в расчете на сухое вещество составило на контрольном варианте – 1,82-1,88%. Содержание фосфора достигало 0,31-0,44%, калия 0,41-0,5 %. С внесением минеральных удобрений содержание азота увеличивалось на 0,11-0,29 %, фосфора на 0,1-0,13%, а калия – 0,02-0,04 %. Внесение органических удобрений (птичий помет и компост 20 т/га) в сравнении с контролем увеличило содержание азота в зерне на 0,08-0,22%, фосфора на 0,04-0,06%. Совместное внесение органических и минеральных удобрений увеличивало содержание азота до 1,99-2,03 % . Содержание фосфора и калия изменилось незначительно.

Содержание в зерне сырого жира зависело от удобрений. С внесением минеральных, его содержание увеличивалось на 0,13-0,51%, органических по безотвальным обработкам на 0,09-0,56%. По вспашке в зерне содержалось немного меньше жира, чем по альтернативным обработкам: на 0,46% и 0,64% с птичьим компостом 20 т/га+N60, и на 0,42% и 0,49% в варианте N130P130K130+N100.

Таблица 5 - Влияние способов обработки почвы и удобрений на химический состав зерна кукурузы в среднем за 2010-2012гг.

Основная обработка почвы Фактор А	Варианты опыта	Содержание				
		Азот,%	Фосфор,%	Калий,%	Сырой жир,%	Сырая клетчатка,%
Вспашка, 22-25см	Контроль (без удобрений)	1,82	0,31	0,46	4,76	2,67
	Птичий помет 20т/га	1,95	0,33	0,47	4,82	2,68
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	1,99	0,34	0,50	5,12	2,74
	Компост птичий 20т/га	2,04	0,33	0,46	4,86	2,73
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	1,98	0,39	0,45	4,73	2,72
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	2,07	0,41	0,48	4,89	2,94
Безотвальная обработка, 22-25см	Без удобрений	1,88	0,30	0,40	4,87	2,46
	Птичий помет 20т/га	2,03	0,36	0,43	5,10	2,61
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	2,01	0,36	0,46	5,43	2,63
	Компост птичий 20т/га	1,96	0,40	0,41	5,17	2,66
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	1,99	0,38	0,46	5,36	2,64
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	2,07	0,42	0,42	5,38	2,66
Мелкая обработка, 10-12см	Без удобрений	1,83	0,31	0,44	4,93	2,31
	Птичий помет 20т/га	2,04	0,35	0,46	5,17	2,61
	Птичий помет 20т/га+N ₆₀	2,11	0,36	0,48	4,92	2,56
	Компост птичий 20т/га	1,97	0,28	0,45	5,02	2,59
	Компост птичий 20т/га+N ₆₀	2,08	0,43	0,48	5,18	2,41
	N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ +N ₁₀₀	2,12	0,44	0,48	5,30	2,70
НСР ₀₅ Фактор А		0,06	0,03	0,03	0,42	0,21
НСР ₀₅ Фактор В		0,09	0,04	0,05	0,59	0,33

Показатели сырой клетчатки не зависели от удобрений. Среднее значение по опыту составило 2,52%. На контрольном варианте данный показатель равен 2,31-2,67%, по минеральным удобрениям - 2,66-2,94%, на органическом фоне удобренности 2,56-2,72%.

Влияние способа обработки почвы на содержание сырой клетчатки в зерне так же незначительно. Однако, по вспашке ее содержание немного выше, чем по безотвальным обработкам. Качество, полученной продукции соответствовало качественным показателям и зависело в большей степени от применяемых удобрений и складывающихся погодных условий в годы исследования.

Выводы

1. Осенне-зимние запасы продуктивной влаги на вариантах без внесения удобрений зависели от способа основной обработки почвы и минимальный запас ее на контроле при безотвальной обработке. По безотвальной обработке на контрольном варианте произошло снижение продуктивной влаги относительно вспашки и мелкой обработки на 8,0 мм и 10,3мм соответственно. Внесение органических, совместное внесение органических и минеральных удобрений, а также и минеральных удобрений нивелировали влияние обработок на запасы продуктивной влаги, и этот показатель незначительно изменялся под их влиянием. Во всех вариантах внесение органических и минеральных удобрений повышало запасы продуктивной влаги к посеву по отношению к контролю (без внесения удобрений) независимо от обработок. К уборке кукурузы на зерно запасы влаги в метровом слое существенно уменьшились. Минимальный запас влаги во всех вариантах по мелкой обработке. К уборке влияние применяемых удобрений на запас продуктивной влаги незначительно.

2. В целом при возделывании кукурузы на зерно за годы исследований складывались оптимальные показатели плотности. Плотность почвы перед посевом находилась в состоянии близком к оптимальному - 1,11-1,18 г/см³. По безотвальной обработке относительно вспашки наблюдалось уплотнение по всем вариантам на 0,01-0,04 г/см³.

Внесение органических удобрений отдельно, так и совместно с минеральными, привело к незначительному уплотнению почвы, достоверное уплотнение почвы относительно контрольного варианта произошло за счет минеральных удобрений на 0,03-0,07 г/см³. За период вегетации показатель плотности почвы несколько увеличился и, к моменту уборки плотность в слое 0-40 см составляла по различным вариантам – 1,21-1,27 г/см³.

На вспашке к уборке плотность почвы несколько уменьшилась относительно безотвальных обработок. Максимальное увеличение данного показателя отмечено по минимальной обработке на контроле и составила 1,27 г/см³. Плотность почвы в опыте зависела от способа обработки почвы и применяемых удобрений, как органических, так и минеральных. Наибольшие показатели плотности почвы к уборке урожая получены при мелкой обработке почвы по всем вариантам удобрения.

3. Внесение органических и минеральных удобрений способствовало улучшению структурного состава почвы, особенно заметны изменения по всем обработкам в слое почвы 0-10 см. В слое 0-10 см по всем вариантам опыта по вспашке содержание агрономически ценной фракции 0,25 – 10 мм было выше по сравнению с безотвальной и мелкой обработками. Внесение органических, совместное внесение органических и минеральных удобрений, а также внесение минеральных удобрений оказывали влияние на увеличение коэффициента структурности почвы, особенно это проявилось в вариантах по вспашке. Внесение удобрений по вспашке в слое 0-10 см способствовало увеличению коэффициента структурности относительно неудобренного варианта на 0,5-1,4 ед. Наибольший коэффициент структурности по вспашке и составил в слое 0-10 см. 4,5-5,9 ед.

4. За годы исследований максимальная урожайность во всех вариантах опыта получена по вспашке, а минимальная – по мелкой обработке. Внесение птичьего помета, компоста и совместное внесение птичьего помета и компоста с азотными удобрениями, а также внесение минеральных удобрений положительно влияло на урожайность зерна кукурузы по всем изучаемым обработкам почвы. По вспашке максимальный урожай получен в варианте птичий компост- 20 т/га + N₆₀ и составил 7,23 т/га, по безотвальной обработке - в варианте птичий компост- 20 т/га + N₆₀ и составил 6,37 т/га, по мелкой обработке в варианте птичий компост- 20 т/га + N₆₀ и в варианте N₁₃₀P₁₃₀K₁₃₀ + N₁₀₀ и составил 5,93 и 5,94 т/га соответственно.

5. Содержание жира в зерне колеблется на контроле от 4,76% по вспашке до 4,93% по мелкой обработке. Внесение органических, совместное внесение органических и минеральных удобрений и внесение минеральных удобрений повышают содержание жира до 4,82 – 5,12% по вспашке, до 5,10 – 5,43% по безотвальной обработке и до 5,02 – 5,30% по мелкой обработке.

Содержание клетчатки в зерне кукурузы на контроле составило 2,67% по вспашке, 2,46% по безотвальной обработке и 2,31 по мелкой обработке. Внесение птичьего помета и компоста, совместное их внесение с азотными удобрениями и внесение минеральных удобрений увеличивают содержание клетчатки до 2,94% по вспашке, до 2,66% по безотвальной обработке и до 2,70% по мелкой обработке.

6. Приемы обработки почвы на содержание азота, фосфора и калия в зерне и растительной массе кукурузы не оказывали значительного влияния. Основную роль в изменении этих показателей играли органические и минеральные удобрения.

Внесение органических и минеральных удобрений повышало содержание азота, фосфора, калия в зерне и растительной массе кукурузы.

Библиография

1. Акинчин А.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожай кукурузы на силос в различных севооборотах в условиях юго-западной части ЦЧЗ : дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Акинчин Александр Владимирович.- Белгород, 2004.- 141с.
2. Асыка Н.Р. Совершенствовать основную обработку почвы в Центральном Черноземье/ Н.Р. Асыка, С.И. Смуrow // Земледелие. – 1990. – № 3. – С. 44-48.
3. Бенедичук Н.Ф. Севообороты и обработка почвы против сорняков / Н.Ф. Бенедичук, Ф.А. Ларинец // Земледелие. -1991. -№8.-С.57-60.
4. Варламова Л.Д. Эколого-агрохимическая оценка и оптимизация применения в качестве удобрений органосодержащих отходов производства / Л.Д. Варламова: автореф. дис... докт. с.-х. наук.- Саранск. 2007. – 23с.
5. Дубов А.Б. Продуктивность безгербицидных технологий возделывания кукурузы на силос в условиях темно-серых лесных почв Российской Федерации : дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Дубов Алексей Борисович.- Орел, 2000.- 135с.
6. Курбанов С.А. Урожай зеленой массы кукурузы и ее качество при разных способах основной обработки почвы / С.А. Курбанов // Кукуруза и сорго. -1998.- №5.- С. 3-4.
7. Орлянский Н.А. Проблемы и перспективы возделывания и селекции зерновой кукурузы в Центральном Черноземье/ Н.А. Орлянский// Белгородский Агромир.- 2007.-№ 6 .-С.2-3.
8. Потрысаев А.А. Продуктивность и качество кукурузы на зерно, плодородие почвы в паропропашном севообороте при различных способах обработки почвы и внесении удобрений : дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01/ Потрысаев Андрей Алексеевич.- Белгород, 2009.- 135с.
9. Стебут И.А. Вопросы земледелия, растениеводства и сельскохозяйственного образования / И.А. Стебут. Избр. Соч.: в 2 т.- М., - 1957. - С.430-441.
10. Чеботарев О.П. Влияние системы основной обработки почвы на продуктивность зернопропашного севооборота в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона: дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Чеботарев Олег Павлович.- Белгород, 2004.- 187с.
11. Suskevic M. Vliv pudoochrannych technologic na fuzikalni vlastnosti cernozemni pudu // Rostl vyroba.- 1994.-№5.-С.401-406.

References

1. Akinshin A. V. Influence of ways of the basic soil cultivation and fertilizers on the yield of silage corn in different crop rotations in conditions of the South-Western part of the CCZ :dis.... kand. agricultural Sciences: 06.01.01 / Akinin Alexander.- Belgorod, 2004.- 141 p.
2. Asyka N. R. To improve basic soil cultivation in the Central Chernozem region / N. R. Asyka, S. I. Smurov // Agriculture. – 1990. – № 3. – P. 44-48.
3. Benedick N. F. Crop rotation and soil treatment against weeds / N. F. Benedick, F. A. Lainez // Agriculture. – 1991. – №8. – P. 57-60.
4. Varlamov L. D. Ecological-agrochemical evaluation and optimization of the use as fertilizers of organic waste production / L. D. Varlamov: author. dis... Doc. of agricultural Sciences. – Saransk. 2007. – 23 p.
5. Dubov A. B. Productivity of non-herbicidal technologies of cultivation of corn for silage in the conditions of dark gray forest soils of the Russian Federation :dis.... kand. of agricultural sciences: 06.01.09 / Oaks Mr Miller. – Eagle, 2000. – 135с.
6. Kurbanov S. A. Harvest of green mass of corn and its quality in different ways of the main tillage / S. A. Kurbanov // Corn and sorghum. –1998. – №5. – P. 3-4.
7. Orlyansky N. A. Problems and prospects of cultivation and selection of grain corn in the Central Chernozem region/ N. A. Orlyansky // Belgorodskiy Agromir. – 2007. – № 6 . –P. 2-3.
8. Potryasaev A.A. Productivity and quality of grain maize, soil fertility in preprophase crop rotation under different methods of tillage and application of fertilizers :the dissertation... kand. agricultural Sciences: 06.01.01 / Potryasaev Andrey. – Belgorod, 2009. – 135 p.
9. Stebut I.A. Questions of agriculture, crop production and agricultural education / I.A. Stebut, Elected. Op.:in 2T. – М., – 1957. – P. 430-441.
10. Chebotarev O. P. The Influence of the main tillage system on the productivity of grain crop rotation in the forest-steppe zone of the Central black earth region: dis.... kand. of agricultural sciences:: 06.01.01 / Chebotarev Oleg Pavlovich. – Belgorod, 2004. – 187 p.

Сведения об авторах

Лицуков Сергей Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 308503, пос. Майский Белгородский район, Белгородская область, ул. Вавилова, 1. тел. 89155254266. E-mail: s.litzuckov@mail.ru

Глуховченко Алексей Федорович, аспирант кафедры земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, тел. 89038875643, E-mail: a_f_gluhovchenko@mail.ru.

Титовская Алла Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 308503, пос. Майский Белгородский район, Белгородская область, ул. Вавилова, 1. тел. 89611653104. E-mail: titovskaya.ai@yandex.ru

Information about authors

Litzuckov Sergey Dmitrievich, the doctor of agricultural sciences, associate Professor of chair of agriculture, agrochemistry and ecology, the Belgorod state agricultural University named after V. Gorin; 308503, Belgorod region, Mayskiy, Vavilov st., 1; tel. 89155254266. E-mail: s.litzuckov@mail.ru

Gluhovchenko Alexey Fedorovich, postgraduate student of the Department of agriculture and agricultural chemistry, of Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, tel 89038875643, E-mail: a_f_gluhovchenko@mail.ru

Titovskaya Alla Ivanovna, the candidate of agricultural sciences, the senior lecturer of chair of agriculture, agrochemistry and ecology, the Belgorod state agricultural University named after V. Gorin; 308503, Belgorod region, Mayskiy, Vavilov st., 1; tel. 89611653104. E-mail: titovskaya.ai@yandex.ru

УДК: 633.11 «321» : 631.811:631.559

А.А. Муравьев

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ОБРАБОТКИ БИОПРЕПАРАТОМ

Аннотация. В полевых опытах проведенных на базе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ было всесторонне изучено влияние отечественного биопрепарата Биогор КМ на производственный процесс яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья. Величина урожая пшеницы зависела как от условий, различающихся по осадкам и температуре вегетационных периодов, так и от обработки зерна пшеницы и обработки вегетирующих растений биопрепаратом. На варианте с обработкой зерна биопрепаратом период от всходов до созревания сокращался на четверо суток, на варианте обработка зерна в сочетании с обработкой по вегетации этот период сокращался на 6 суток. Период посев-созревание так же сокращался в зависимости от интенсивности наращивания агро-комплекса так же на 4 и 6 суток соответственно. Изучаемые приемы агротехники оказали непосредственное влияние и на высоту растений яровой пшеницы. Её значение отражало реакцию растений на условия года и приемы агротехники. В среднем за три года исследований на контрольном варианте высота растений составила 63,3 см, при обработке только зерна повышалась до 67,2 см, а на варианте обработка зерна в сочетании с опрыскиванием была максимальной 68,7 см. В среднем за 2017-2019 гг. на варианте без применения биопрепарата площадь листьев составила 25,4 тыс.м²/га, при обработке только зерна площадь листовой поверхности увеличивалась до 30,5 тыс.м²/га и была больше чем на контроле на 5,1 тыс.м²/га, а на варианте обработка зерна в сочетании с обработками по вегетации была сформирована максимальная площадь листьев 31,9 тыс.м²/га, т.е. на 6,5 тыс.м²/га больше чем на контроле. Максимальную урожайность за 2017-2019 гг. обеспечил вариант опыта Биогор КМ обработка зерна пшеницы в сочетании с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений - 2,76 т/га. В сравнении с этим вариантом растения яровой пшеницы были менее продуктивными только при обработке зерна на 0,17 т/га, а в сравнении с контролем и вовсе на 0,44 т/га.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, урожайность, биоэнергетическая эффективность, структура урожая, биопрепарат Биогор км.

DEPENDENCE OF SPRING WHEAT YIELD ON PROCESSING OF DRUG

Abstract: In field experiments conducted on the basis of the Belgorod State Agrarian University, the influence of the domestic biological product Biogor KM on the production process of spring durum wheat Dar Chernozemye was comprehensively studied. The value of the wheat crop depended both on conditions differing in precipitation and temperature of the growing season, and depending on the processing of wheat grain and on the treatment with a biological product during vegetation. In the variant with grain treatment with a biological product, the period from germination to ripening was reduced by four days; in the variant with grain processing in combination with processing by vegetation, this period was reduced by 6 days. The maturation sowing period was also reduced, depending on the intensity of the agro-complex building, by 4 and 6 days, respectively. The studied agricultural techniques had a direct impact on the height of spring wheat plants, its value reflected the reaction of plants to the conditions of the year and agricultural techniques. On average, for three years of research in the control variant, the height of the plants was 63,3 cm, when processing only grain it increased to 67,2 cm, and in the variant, the processing of grain in combination with spraying was maximum 68,7 cm. On average for 2017-2019. in the variant without the use of a biological product, the leaf area was 25.4 thousand m² / ha, while processing only grain, the surface area of the leaf increased to 30,5 thousand m² / ha and was 5,1 thousand m² / ha more than in the control, and in the variant grain processing in combination with vegetation treatments, a maximum leaf area of 31,9 thousand m² / ha was formed, which is 6,5 thousand m² / ha more than in the control. The maximum yield for 2017-2019. provided the experiment option Biogor KM wheat grain processing in combination with two-time spraying of vegetating plants – 2,76 tons per hectare. In comparison with this option, spring wheat plants were less productive only when processing grain at 0,17 tons per hectare, and in comparison with the control, at all at 0,44 tons per hectare.

Keywords: durum spring wheat, productivity, bioenergy efficiency, crop structure, biological product biogorzh.

Введение. Для аграрного сектора экономики Российской Федерации каждый пятый сельскохозяйственный год сопровождается засухой и другими неблагоприятными факторами, препятствующими получению хороших урожаев сельскохозяйственных культур. Прежде всего, это связано с особенностями климата нашей страны, который за последнее время подвержен значительным изменениям. В таких условиях отечественным производителям зерна все сложнее получать стабильно высокие урожаи. Именно этот важный показатель позволяет решать задачу импортозависимости в России. Для её решения с каждым годом требуется все возрастающее количество энергетических ресурсов и средств производства [1,6].

Последние 10 лет мировая сельскохозяйственная тенденция в увеличении производства растениеводческой продукции была направлена на интенсификацию. Основные пути, которой были: увеличение использования минеральных удобрений; интенсификации обработки почвы; распространение минимальных технологий; применение широкозахватных агрегатов и энергонасыщенных тракторов; и массовое усиление доли химических мероприятий в борьбе с вредными объектами. Такая интенсификация растениеводства неизбежно сказалась на ухудшении экологии и снижению качества получаемой сельскохозяйственной продукции [3,5].

Экономическая напряженность и постоянный рост цен на средства производства для сельского хозяйства постоянно подстегивают усиление интереса к поиску альтернативных средств производства, стимулируя аграриев изменить вектор агропроизводства в сторону биологизации агротехнологий с учетом усиления биологических процессов. В связи с этим использование микробиологических препаратов с целью улучшения качества продукции и в борьбе с вредными объектами для сельскохозяйственного производства имеет важное значение, как в мире, так и в Российской Федерации. Что мнению значительного количества ученых, будет способствовать развитию рынка экологически безопасной продукции, производство которой будет стимулировать развитие рынка продуктов, ценовая категория которых значительно выше [2,4].

Особую ценность и важнейшую роль в обеспечении населения высококачественными продуктами питания играет яровая твердая пшеница, система удобрений которой в разных условиях вегетационных периодов требует постоянной корректировки и совершенствования. Как показывает практика, внесение лишь большого количества минеральных удобрений приводит к увеличению себестоимости производства тонны зерна твердых сортов пшеницы [2,7].

Факт изученности и проработанности региональных агротехнологий яровой пшеницы не вызывает сомнений, однако информации и экспериментальных данных касательно изучения влияния биопрепаратов на рост, развитие, формирование структуры, величины урожая и их эффективности в лесостепи Центрально-Черноземного региона очень мало [2,8].

Сравнительно недавно в производстве использовались различные способы и технологии возделывания пшеницы, некоторые из них, но не все, утратили свою значимость. За счет их применения не удастся получить необходимый уровень урожайности который не уступает странам с высоко развитой культурой земледелия. В этой связи, формируется необходимость проведения исследований влияния биопрепаратов на урожайность яровой твердой пшеницы [1,2,7,8].

В наших опытах такая необходимость возникла при появлении малоизученного препарата Биогор, КМ (производства НТЦ «БИО»), как одного из путей перехода к экологически безопасному производству.

Цель исследования. Изучить закономерности и особенности влияния обработки семян и вегетирующих растений микробиологическим препаратом Биогор, КМ на сроки наступления фенологических фаз, элементы структуры продуктивности, урожайность и биоэнергетическую эффективность возделывания яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья в условиях Белгородской области.

Материалы, условия и методы исследований. Исследования по влиянию биопрепарата Биогор, КМ на особенности развития растений и формирования урожая яровой твердой пшеницы проводили по общепринятым методикам в 2017-2019 гг. на базе ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ имени В.Я. Горина в условиях различных вегетационных периодов. Объектом изучения в наших полевых опытах был сорт яровой твердой пшеницы Дар Черноземья, высеваемый в четырехкратной повторности с площадью учетной делянки 50 м², схемой опыта предусмотрена обработка зерна водой (контроль), обработка зерна Биогор, КМ и обработка зерна + опрыскивание по вегетации (двукратно).

Почва опытного участка чернозём типичный с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,54 %, рН солевой вытяжки – 6,7, со средним содержанием основных элементов питания.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы опытов были вполне типичными для нашего региона отличаясь за период исследований незначительными изменениями температуры и количества выпавших осадков. В 2017 году вегетация пшеницы проходила при избытке тепла и незначительном дефиците влаги. Температура воздуха была на 2⁰С больше, а осадков выпало на 42,4 мм меньше среднемноголетней нормы. Условия в 2018 году тоже были теплее в среднем на 2,5 ⁰С, но при этом осадков выпало на 86 мм больше обычного, а в 2019 году по отношению к 2018 году осадков выпало меньше на 29 мм при меньшей среднесуточной температуре на 1,4 ⁰С, что в комплексе с изучаемыми агротехническими приемами объясняет повышение урожайности зерна на вариантах с обработками био-препаратом.

По данным производителя Биогор КМ – (базовое микробиологическое удобрение) – препарат для обработки семян с целью повышения их всхожести, увеличения энергии прорастания и опережающего развития корневой системы растения. Содержит концентрат молочно- и пропионовокислых бактерий, бактерий продуцирующих целлюлазы, протеазы, амилазы, полисахариды, аминокислоты и гармоноподобные ростостимулирующие вещества.

Результаты исследований.

По результатам трехлетних исследований установили положительное действие био-препарата Биогор, КМ на продолжительность вегетационного периода и сроки наступления фенологических фаз у яровой пшеницы сорта Дар Черноземья.

Погодные условия вегетационных периодов различались незначительно, но оказывали влияние на продукционный процесс растений пшеницы и позволили выявить закономерности влияния био-препарата на длину вегетационного периода (табл. 1).

Таблица 1 – Даты наступления фенологических фаз у яровой пшеницы сорта Дар Черноземья, 2017-2019 гг.

Вариант опыта	Календарные сроки наступления фаз вегетации					
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	созревание (полная спелость)
Контроль	26.04	12.05	24.05	06.06	21.06	14.07
Биогор, КМ обработка зерна	26.04	07.05	20.05	03.06	16.06	08.07
Биогор, КМ зерно + по вегетации	26.04	4.05	18.05	01.06	13.06	01.07

Исследованиями установлено, что сроки наступления фенологических фаз пшеницы сокращались в зависимости от вариантов опыта. Такую закономерность наблюдали не во все межфазные периоды. Продолжительность межфазного периода всходы-кущение сокращалась на варианте только с обработкой зерна на 6 суток, а на варианте обработка зерна + опрыскивание по вегетирующим растениям 9 суток. В последующие межфазный период кущение-выход в трубку наблюдалось увеличение его продолжительности по вариантам опыта по отношению к контролю на 1-2 суток, такая динамика сохранилась и в период выход в трубку колошение во все годы исследований. В межфазный период цветение-созревание возобновилась тенденция начальных периодов роста растений пшеницы, а именно на варианте с предпосевной обработкой зерна по отношению к контролю созревание ускорилося на 1 сутки. А на фоне предпосевной обработки в сочетании с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений вегетация сократилась на 5 суток.

Изучаемые приемы агротехники оказали непосредственное влияние и на высоту растений яровой пшеницы. Её значение отражало реакцию растений на условия года и приемы агротехники. В среднем за три года исследований на контрольном варианте высота растений составила 63,3 см, при обработке только зерна повышалась до 67,2 см, а на варианте обработка зерна в сочетании с опрыскиванием была максимальной 68,7 см.

Фотосинтетическая деятельность растений, в том числе и пшеницы, зависит от многих факторов. В наших опытах установлена зависимость площади листьев растений яровой твердой пшеницы, как от применения биопрепарата, так и от условий года. В среднем за 2017-2019 гг. на варианте без применения биопрепарата площадь листьев составила 25,4 тыс.м²/га, при обработке только зерна площадь листовой поверхности увеличивалась до 30,5 тыс.м²/га и была больше чем на контроле на 5,1 тыс.м²/га, а на варианте обработка зерна в сочетании с обработками по вегетации была сформирована максимальная площадь листьев 31,9 тыс.м²/га, т.е. на 6,5 тыс.м²/га больше чем на контроле.

Продуктивность растений яровой твердой пшеницы в опыте за анализируемый период позволила более точно установить закономерности влияния изучаемых агротехнических приемов (табл.2).

Таблица 2 – Элементы структуры продуктивности растений яровой пшеницы сорта Дар Черноземья в зависимости от обработки биопрепаратом Биогор КМ 2017-2019 гг.

Вариант опыта	В среднем на 1 растение				Масса 1000 зерен, г
	длина колоса, см	число		масса зерна с колоса, г	
		колосков в колосе, шт.	зерен в колосе, шт.		
Контроль	6,9	14,2	22,5	1,15	34,8
Биогор, КМ обработка зерна	7,3	16,3	26,0	1,30	36,1
Биогор, КМ зерно + по вегетации	8,5	18,4	28,4	1,39	37,5
Среднее	7,6	16,3	25,6	1,3	36,1

При анализе элементов структуры продуктивности яровой пшеницы были получены данные, которые подтверждают непосредственное влияние изучаемых агротехнических приемов на формирование величины урожая. В среднем за три года исследований длина колоса у растений пшеницы составила 7,6 см, она увеличивалась и зависела от особенностей применения биопрепарата Биогор КМ, при обработке лишь зерна его длина была большей, чем на контроле на 5,5 % и составила 7,3 см. Максимальная длина колоса яровой пшеницы сформирована при обработке зерна яровой пшеницы в сочетании с обработками по вегетирующим растениям и была больше на 18,8 %, чем на контроле 6,9 см. В такой же закономерности сформировались количество колосков и количество зерен в колосе. В среднем их значение варьировало от 14,2 до 18,6 штук на 1 растение и от 22,5 до 28,4 штук на одно растение. Наибольшее число колосков получено на варианте Биогор КМ зерно + по вегетации и составило в среднем 18,4 штук на 1 растение, а число зерен в колосе 28,4 штук на одно растение, что на 22,8 % и 20,8 соответственно больше, чем на контрольном варианте. Показатели массы зерна с колоса также изменялись. На варианте только с обработкой зерна она была больше контроля на 0,15 г, а максимальная получена на варианте Биогор КМ зерно + по вегетации 1,39 г, что на 0,24 г больше контроля. Масса 1000 зерна за период исследований варьировала, но не значительно от 34,8 г до 37,5 г, а в среднем за 3 года 36,1 г.

В ходе проведенных исследований достоверно установлено влияние изучаемых агротехнических приемов на урожайность яровой твердой пшеницы Дар Черноземья во все годы исследований. На величину урожая оказывали не только условия года, но и применение биопрепарата Биогор КМ (табл.3).

В среднем по годам исследований величина урожая была наибольшей в довольно хорошем по влагообеспеченности 2017 году 3,02 т/га, а наименьшей 2,33 т/га в менее благоприятном 2019 году. Лишь в 2017 и 2018 гг. нельзя не отметить положительное влияние обработки семян и растений по вегетации, которая обеспечивала достоверную прибавку урожая 0,27 т/га; 0,53 т/га и 0,45 т/га; 0,59 т/га соответственно. В 2019 году различия в опыте по вариантам были недостоверными и находились в пределах ошибки опыта.

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы сорта Дар Черноземья в зависимости от обработки

биопрепаратом Биогор КМ 2017-2019 гг.

Вариант опыта	Год			Средняя
	2017	2018	2019	
Контроль	2,75	1,99	2,23	2,32
Биогор, КМ зерно	3,02	2,44	2,32	2,59
Биогор, КМ зерно + по вегетации	3,28	2,58	2,43	2,76
В среднем по годам	3,02	2,34	2,33	-
НСР ₀₅	0,24	0,13	0,21	-

В среднем за три года максимальную урожайность обеспечил вариант Биогор КМ обработка зерна пшеницы в сочетании с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений - 2,76 т/га. В сравнении с этим вариантом растения яровой пшеницы были менее продуктивными только при обработке зерна на 0,17 т/га, а в сравнении с контролем и вовсе на 0,44 т/га.

В условиях современного аграрного производства очень важно провести биоэнергетическую оценку эффективности изучаемых агротехнических приемов, так как она позволяет установить более полное представление об эффективности и позволяет оценить перспективу внедрения новых агротехнических приемов. Наши опыты предусматривали такую оценку (табл. 4).

Таблица 4 – Биоэнергетическая эффективность яровой пшеницы сорта Дар Черноземья в зависимости от обработки биопрепаратом Биогор КМ 2017-2019 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Биоэнергетический коэффициент
Контроль	2,32	37,62	19,34	18,34	1,94	0,91
Биогор, КМ зерно	2,59	41,91	20,72	21,23	2,02	1,02
Биогор, КМ зерно + по вегетации	2,76	44,72	21,42	23,32	2,14	1,14

Возделывание яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья на всех вариантах опыта, как во все годы, так и в среднем за изучаемый период было энергетически выгодно. За 2017-2019 гг. затраты совокупной энергии изменялись от 19,34 ГДж/га на контроле до 21,42 ГДж/га на варианте Биогор КМ зерно + по вегетации. Нарастание агрокомплекса для оптимизации вегетации яровой пшеницы неизбежно приводило к увеличению выхода обменной энергии, и несмотря на увеличение затрат совокупной энергии, увеличивал чистый энергетический доход. Это связано с большей величиной полученного урожая. Наибольший коэффициент биоэнергетической эффективности 1,14 был получен на варианте Биогор КМ обработка зерна в сочетании с двукратным опрыскиванием по вегетации. Наименьшим он был на контроле 0,91.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных нами исследований по применению биопрепарата Биогор КМ при обработке зерна и посевов пшеницы, можно сделать заключение о том, что данный агротехнический прием положительно влиял на особенности вегетации растений, на формирование элементов структуры продуктивности, на урожайность и биоэнергетическую эффективность возделывания яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья в условиях Белгородской области.

Библиография

1. Власова Л.М. Опыт биологической защиты озимой пшеницы от болезней [Текст] / Л.М. Власова, В.А. Федотов, Н.В. Подлесных, А.А. Муравьев // Защита и карантин растений – 2018. - №8. – С. 24-26.
2. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Издательство ВНИИА, 2005. – 302 с.
3. Немченко В.В. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность яровой пшеницы [Текст] / В.В. Немченко, М.Ю. Цыпышева, М.В. Вьюник // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. - № 3. – С.38-40.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.

5. Оценка сортов и линий озимой пшеницы в коллекционном питомнике Бел ГАУ [Текст] И.В. Оразаева, М.И. Павлов, А.А. Муравьев, И.В. Кулишова // Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее с международным участием, посвященной 140 летию «БелГУ» и столетию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – с.139-143

6. Павлов М.И. Оценка адаптивных и продуктивных характеристик перспективных линий озимой мягкой пшеницы / М.И. Павлов, И.В. Оразаева, А.А. Муравьев // Успехи современного естествознания. – 2018. - № 1. – С. 43-48 URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36649>

7. Плечова О.И. Эффективность комплексных биопрепаратов бисолбифит стандарт и бисолбифит супер в технологии возделывания яровой пшеницы [Текст] / О.И. Плечова, Д.В. Плечов // Вестник Ульяновской ГСХА. – Из-во УГАУ им. П.А. Столыпина. – 2012. - № 3(19). – С. 40-43.

8. Применение физиологически активных веществ в агротехнологиях [Текст] / В.В. Котляров и др. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 169 с.

References

1. Vlasova L.M. The experience of biological protection of winter wheat from diseases [Text] / L.M. Vlasova, V.A. Fedotov, N.V. Podlesnykh, A.A. Muravyov // Protection and Quarantine of Plants - 2018. - No. 8. - P. 24-26.

2. Zavalin A.A. Biological products, fertilizers and crops. - M.: VNIIA Publishing House, 2005. - 302 p.

3. Nemchenko V.V. The influence of biological products and micronutrient fertilizers on the productivity of spring wheat [Text] / V.V. Nemchenko, M.Yu. Tsypysheva, M.V. Vyunik // Bulletin of Kurgan State Agricultural Academy. - 2015. - No. 3. - P.38-40.

4. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (for example, Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al. - Belgorod: Izd. Constant, 2014. -- 462 p.

5. Assessment of varieties and lines of winter wheat in the collection nursery Bel GAU [Text] I.V. Orazava, M.I. Pavlov, A.A. Muravyov, I.V. Kulishova // Collection of materials of the 1st All-Russian Scientific and Practical Conference Plant Breeding: Past, Present and Future with international participation dedicated to the 140th anniversary of BelSU and the centenary of the birth of a breeder, scientist and teacher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Zhel Ivanova Shchelokova. –Belgorod: Belgorod Publishing House, Belgorod State University, 2017. - P.139-143

6. Pavlov M.I. Evaluation of adaptive and productive characteristics of promising lines of winter soft wheat / M.I. Pavlov, I.V. Orazava, A.A. Muravyov // Successes in modern science. - 2018. - No. 1. - P. 43-48 URL: <http://www.natural-sciences.ru/en/article/view?id=36649>

7. Plechova O.I. Efficiency of complex biological products bisolbifit standard and super bisolbifit super in spring wheat cultivation technology [Text] / O.I. Plechova, D.V. Shoulders // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - Because of the UGAU them. P.A. Stolypin. - 2012. - No. 3 (19). - P. 40-43.

8. The use of physiologically active substances in agricultural technologies [Text] / V.V. Kotlyarov et al. - Krasnodar: KubSAU, 2013. -- 169 p.

Сведения об авторах

Муравьев Александр Александрович, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 30850 8-951-142-75-77 Aleksandr16_1988@mail.ru

Information about the author

Muravyev Aleksander Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of Plant, selection and vegetable growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1, tel. 8-951-142-75-77

УДК 631.5:601.2(470)

В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.Н. Крюков, О.Ю. Куренская, Г.В. Хлопяникова

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ И ОЦЕНКЕ НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В условиях приоритетного развития адаптивного растениеводства, новых ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур в Центрально-Черноземном регионе большое значение должно отводиться ландшафтным условиям, типам и разновидностям почв, предшественникам, подбору культур и сортов, применению средств химизации. Однако использование зарубежных технологий типа No-Till и Strip-Till неадаптированных к почвенно-климатическим условиям региона может приводить к снижению их продуктивности, загрязнению растениеводческой продукции и окружающей среды. В современных условиях особую актуальность приобретает разработка и оценка ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур, особенно кукурузы, так как применение нулевой и полосной обработок почвы может приводить к негативным последствиям в современном адаптивном земледелии. Поэтому разработка и оценка новых технологий в биологизированных зернопропашных севооборотах Центрально-Черноземного региона особенно актуально. Их внедрение может способствовать повышению плодородия чернозёмных почв, получению высоких урожаев биологически полноценной, экологически безопасной, дешёвой продукции растениеводства. Целью наших исследований стала разработка экологически безопасных, малозатратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на интенсификации природных факторов. В задачи исследований входило изучение физических, химических и биологических свойств почвы, выявление засоренности посевов, поражаемости вредителями и болезнями растений, установление влияния вариантов технологий на урожайность и качество продукции, оценка эффективности производства растениеводческой продукции по изучаемым технологиям. В соответствии с целью и задачами исследований программой предусматривалось сравнительное изучение технологий возделывания сельскохозяйственных культур в зернопропашном биологизированном севообороте, типичном для сельскохозяйственных предприятий Центрально-Черноземного региона. В полевой зернопропашной севооборот были включены традиционные виды полевых культур: озимая пшеница, кукуруза, ячмень и высокопродуктивная новая зерновая бобовая культура – люпин белый. Для изучения приемов обработки почвы были предложены следующие варианты стационарного полевого опыта: отвальная комбинированная обработка почвы; поверхностная обработка почвы на глубину 8-10 см; нулевая обработка почвы под все полевые культуры севооборота. Изучение технологий проводили на разных фонах удобрений.

Ключевые слова: методический подход, разработка, оценка, ресурсосберегающие технологии, почва, полевые культуры, севооборот, удобрения, средства защиты растений, урожайность, эффективность.

SYSTEM APPROACH TO THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF NEW EFFECTIVE RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR CULTIVATION OF FIELD CROPS

Abstract. In the context of the priority development of adaptive crop production, new resource-saving technologies for cultivating field crops in the Central Chernozem region, great importance should be given to landscape conditions, types and varieties of soils, predecessors, selection of crops and varieties, and the use of chemicals. However, the use of foreign technologies such as No-Till and Strip-Till not adapted to the soil and climatic conditions of the region can lead to a decrease in their productivity, pollution of crop products and the environment. In modern conditions, the development and evaluation of resource-saving technologies for cultivating field crops, especially corn, is of particular relevance, since the use of zero and strip tillage can lead to negative consequences in modern adaptive farming. Therefore, the development and evaluation of new technologies in biologized grain-crop rotation of the Central Chernozem region is especially important. Their introduction can contribute to increasing the fertility of chernozem soils, obtaining high yields of biologically complete, environmentally safe, cheap crop products. The aim of our research was the development of environmentally friendly, low-cost technologies for the cultivation of crops based on the intensification of natural factors. The research objectives included the study of the physical, chemical and biological properties of the soil, the identification of weediness of crops, the susceptibility of pests and plant diseases, the establishment of the influence of technology options on crop yields and product quality, and the assessment of the efficiency of crop production using the technologies studied. In accordance with the purpose and objectives of the research, the program provided for a comparative study of agricultural cultivation technologies in a grain-cultivated biologized crop rotation typical of agricultural enterprises of the Central Chernozem region. The traditional types of field crops were included in the field crop rotation: winter wheat, corn, barley and a highly productive new bean crop - white lupine. To study the methods of tillage, the following options for stationary field experience were proposed: dump combined tillage; surface tillage to a depth of 8-10 cm; zero tillage for all field crop rotation crops. The study of technology was carried out on different backgrounds of fertilizers.

Keywords: methodological approach, development, assessment, resource-saving technologies, soil, field crops, crop rotation, fertilizers, plant protection products, yield, efficiency.

Введение. Отечественное научное земледелие накопило исключительно богатый по объему экспериментальный материал проведение однофакторных полевых опытов для оценки отдельных агротехнических приемов. На основании этих данных разрабатываются технологии возделывания полевых культур путем включения отдельных элементов в существующие. Такие технологии не обеспечивают комплексный подход к сложному объекту - технологии. В результате не удается полностью реализовать эффективность новых приемов [1, 2, 3].

В соответствии с основными законами земледелия оптимизацию основных факторов жизни растений можно достигать при совершенствовании всей технологической схемы, а не отдельных приемов. Поэтому наиболее рациональным методом разработки новых адаптивных технологий является изучение в стационарных многофакторных полевых опытах агрономической и экономической эффективности различных целостных технологических схем возделывания полевых культур с последующим испытанием лучших из них в производственных условиях региона [2,4,5].

Современное земледелие характеризуется тенденцией к росту затрат на производство продукции, зависимостью величины и качества урожая от складывающихся метеорологических условий, возрастающей опасностью загрязнения окружающей среды [6,7,8].

Негативные последствия интенсификации земледелия и растениеводства требуют научного обоснования новых адаптивных технологий, в основе которых должно быть рациональное использование природных и трудовых ресурсов. [9,10,11,12].

В современном земледелии нет единого мнения о переходе к новым адаптивным технологиям. Существуют полярные суждения на этот счет, начиная от полного неприятия самой идеи, и кончая немедленным внедрением чисто западных подходов без экспериментальных проверок в конкретных условиях [13, 14].

На наш взгляд, нужен специальный подход к разработке технологий, что возможно лишь в методически выдержанном полевом опыте, что требует длительности проведения специальных исследований с большими трудовыми затратами в обработке почвы. [2,9].

Изложение материала. Результаты научных исследований по энергосбережению в обработке почвы, полученные в развитых странах Европы и США, дают основание для изучения в России новой технологии No-Till. В этом случае почва остается без обработки, что защищает ее от эрозии, способствует сохранению влаги, органического вещества в верхнем слое почвы. Это особенно важно для регионов с недостаточным увлажнением и высокой расчлененностью рельефа территории [15, 16, 17].

В новой технологии No-Till посев проводится специальными сеялками в необработанную почву, а борьба с сорными растениями, болезнями и вредителями опрыскивателями с использованием современных пестицидов. По данным полевых опытов, проведенных в отдельных российских научно исследовательских институтах по сельскому хозяйству, она имеет определенные перспективы. Однако практического применения пока не получила, так как для нее необходимо повышенная обеспеченность техническими и агрохимическими средствами, проведение исследований на основе системного подхода к разработке и оценке новых ресурсосберегающих технологий полевых культур[18].

В связи с этим мы предлагаем свой методологический подход проведения специальных комплексных исследований.

Целью этого исследования является разработка экологически безопасных, малозатратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на интенсификации природных факторов, так и технологии Strip-Till и No-Till базирующейся на полосной и нулевой обработках почвы.

В исследовании поставлены следующие задачи:

- изучить физические, химические и биологические свойства почвы;
- выявить засоренность посевов, поражаемость вредителями и болезнями растений;
- установить влияние вариантов технологий на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции;
- дать оценку эффективности производства растениеводческой продукции.

Для проведения исследований методологической основой должны быть ранее разработанные технологические приемы безотвальной обработки почвы в разных видах севооборотов, основанные на интенсификации природных факторов и энергосбережения возделывания полевых культур. Важным следует так же считать обобщение отечественного и мирового опыта по нулевой обработке почвы.

Длительность такого опыта должна составлять не менее пяти лет.

За это время будет проведено сравнение комбинированной безотвальной, ресурсосберегающей полосной системы Strip-Till и нулевой системы No-Till влияние их на плодородие почвы, урожайность и качество растениеводческой продукции при снижении трудовых и энергетических затрат применительно к конкретным условиям региона. Исследования по внедрению эффективных вариантов технологий должны пройти апробацию в сельскохозяйственных предприятиях или научных учреждениях, обеспеченных специальной техникой.

В соответствии с целью и задачами исследований программой должно предусматриваться сравнительное изучение технологий возделывания сельскохозяйственных культур в зернопропашном биологизированном севообороте, типичном для сельхозпредприятий Цен-трально-Черноземного региона, со следующим чередованием полевых культур:

1. Люпин белый с использованием соломы на удобрение (С)
2. Озимая пшеница с использованием соломы и повторной культуры на зеленое удобрение (С,ПК)
3. Кукуруза на зерно с использованием соломы (С)
4. Ячмень с использованием соломы и повторной культуры на зеленое удобрение (С,ПК)

Предлагаемый биологизированный севооборот наиболее полно подходит для разработки малозатратных адаптивных технологий, в том числе и самовосстанавливающихся систем No –till и Strip – till.

В полевой зернопропашной севооборот включены традиционные виды полевых культур: озимая пшеница, кукуруза, ячмень и высокопродуктивная новая зерновая бобовая культура – люпин белый.

Люпин – это ценная зерновая бобовая культура, обладающая значительным биологическим и экономическим потенциалом. Люпин характеризуется высокой продуктивностью, способностью повышать почвенное плодородие, использовать труднодоступные питательные элементы, улучшать фитосанитарную ситуацию. Его можно возделывать в разных регионах практически без ограничений по почвенно-климатическим условиям.

Из всех возделываемых однолетних видов люпина наиболее высоким потенциалом продуктивности обладает люпин белый. Урожайность семян достигает до 55 ц/га. Его кормовая ценность обуславливается не только высоким содержанием белка в семенах (35-42%) и зеленой массе (18-22% в сухом веществе), но и благоприятным соотношением аминокислот, практически полным отсутствием ингибиторов трипсина.

Люпин является одним из мощных резервов в решении проблемы дефицита легкоусвояемого белка при производстве животноводческой продукции, улучшая качество других видов кормов за счет протеиновой сбалансированности для всех видов сельскохозяйственных животных.

Люпин является также основой для создания принципиально новых, ресурсосберегающих, экологически чистых систем земледелия. Возделывание люпина оказывает многостороннее влияние на почвенное плодородие, как через удобрительное действие биомассы, так и через улучшение ее биологических и физико-химических свойств. Люпин – активный азотфиксатор, способный благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями связывать от 100 до 300 кг молекулярного азота на гектаре посева. Поэтому он является хорошим предшественником для всех небобовых культур. Семена люпина являются также прекрасным сырьем для создания пищевых продуктов, обладающих диетическими и лечебно-профилактическими свойствами. К достоинствам люпина можно отнести высокую переваримость и полное отсутствие проламинов, что дает возможность использовать его для производства безглютено-

вых пищевых продуктов. Кроме того, люпин можно использовать для синтеза лекарственных соединений.

Таким образом, расширение посевных площадей под люпином позволит создавать высокопродуктивные агроценозы, значительно повысить их урожайность и будет способствовать решению проблемы увеличения производства растительного белка.

Для изучения приемов обработки почвы предлагаем следующие варианты стационарного полевого опыта.

1. Отвальная комбинированная обработка почвы (на глубину 23-25 см под кукурузу на зерно, поверхностная на глубину 8-10 см под остальные культуры).

2. Поверхностная обработка почвы на глубину 8-10 см под все полевые культуры се-вооборота.

3. Нулевая обработка почвы под все полевые культуры севооборота (таблица 1).

Варианты основной подготовки почвы в комплексе с фоновыми обработками для возделывания озимых и яровых культур (вар.1 и 2 лущение стерни, боронование, предпосевная культивация, прикатывание, послепосевное боронование, междурядные обработки и др.) получают оценку по разворачиванию на них технологий возделывания полевых культур.

Изучение технологий следует провести на разных фонах удобренности в дозе – N60-90 P60-90 K60-90 под озимую пшеницу, N90-120 P90-120 K90-120 кукурузу, N45P45-60 K45-60 ячмень, N30P30-50 K30-50 люпин белый. Минеральные туки следует вносить сеялкой под основную обработку, на глубину 8-10 см почвы и N10 P10 K10 при посеве в рядки на вариантах 1 и 2 и при посеве в рядки и подкормки сеялками и опрыскивателями на варианте 3. В качестве органических удобрений будут использоваться навоз, солома зерновых и зеленая масса пожнивных сельскохозяйственных культур полевых культур.

Под полевые культуры необходимо использовать соответствующие почвенные и страховые гербициды, инсектициды, фунгициды и биологические препараты в оптимальные сроки с учетом экономических порогов вредоносности.

Таблица 1 - Схема полевого опыта по разработке ресурсосберегающих технологий возделывание полевых культур

культура	Основная обработка почвы		Удобрения			Средства защиты растений
	в севообороте	под культуру	соло-ма	зелёные удобрения	минеральные удобрения	
Люпин белый	комбинированная	поверхностная	+	-	n30p30-50k30-50	ax
	безотвальная	поверхностная	+	-	n30p30-50k30-50	ax
	нулевая	без обработки	+	-	n30p30-50k30-50	x
Озимая пшеница	комбинированная	поверхностная	+	+	n60-90p60-90k60-90	ax
	безотвальная	поверхностная	+	+	n60-90p60-90k60-90	ax
	нулевая	без обработки	+	+	n60-90p60-90k60-90	x
Кукуруза	комбинированная	вспашка	+	-	n90-120p90-120k90-120	ax
	безотвальная	поверхностная	+	-	n90-120p90-120k90-120	ax
	нулевая	без обработки	+	-	n90-120p90-120k90-120	x
ячмень	комбинированная	вспашка	+	+	n45p45-60k45-60	ax
	безотвальная	поверхностная	+	+	n45p45-60k45-60	ax
	нулевая	без обработки	+	+	n45p45-60k45-60	x

Примечание: С-солома, ПК-пожнивный посев сидеральной культуры; + прием выполняется, - прием не выполняется; ax- агротехнические и химические средства защиты растений; x- химические средства защиты.

Посев сельскохозяйственных культур на вариантах 1 и 2 следует проводить отечественными зерновыми сеялками, а на варианте 3 сеялкой для прямого посева высокопродуктивными сортами с оптимальными нормами высева семян одновременным внесением минеральных туков.

Уборку урожая следует проводить по вариантам в зависимости от созревания зерна полевых культур.

В соответствии со схемой полевого опыта за состоянием почвы и посевов с учетом изучаемых технологий необходимо провести следующие необходимые учеты и наблюдения.

Перед закладкой стационарного полевого опытного необходимо определить тип и разновидность почвы. Заложить 4 почвенных разреза, в которых следует отобрать почвенные образцы по генетическим горизонтам. В них определить агрофизические и агрохимические показатели почвы.

Для контроля элементов питания следует проводить отбор почвенных образцов на глубину 10-30 см почвы в основные фазы роста и развития растений, а также перед посевом и после уборки полевых культур.

Для наблюдений за содержанием и динамикой органического вещества и азота почвы обычно следует использовать метод постоянных площадок.

Основные анализы, применяемые для характеристики почвы и элементов питания следующее: блок гумуса (определение гумусовых веществ с удалением мелких растительных и полуразложившихся остатков).

Блок азота (валовый, гидролизуемый, аммонийный и нитратный азот).

Блок фосфора (валовый, подвижные формы фосфора).

Блок калия (валовый, обменный и водорастворимый калий).

Блок микроэлементов и тяжелых металлов (валовое содержание их, два раза за ротацию, подвижные формы в исходных образцах в конце ротации севооборота).

Блок биологической активности почвы (состав и численность микроорганизмов, целлюлозоразлагающая активность, нитрифицирующая способность, активность почвенных ферментов, токсичность почвы).

Блок пестициды (остаточное количество пестицидов в слое почвы 0–30 см. На продовольственных и кормовых культурах определить один раз перед их посевом, второй раз перед уборкой урожая).

Физико-химический блок (емкость поглощения (ППК), состав ППК, активность ионов H^+ в почве).

Агрофизический блок (структура, плотность, пористость, водные свойства почвы).

Основные анализы, применяемые для характеристики продуктивности посевов следующие: блок азота (динамика поступления азота в растения, в зерне и биомассе белкового азота, содержание нитратов и аминокислот в продукции).

Блок фосфора (динамика поступления фосфора в растения, содержание фосфора и фосфоросодержащих соединений в продукции).

Блок калия (динамика поступления в растения, содержание в растениеводческой продукции).

Блок кальция, магния и хлора (динамика поступления в растения, содержание в растениеводческой продукции).

Блок качества (согласно ГОСТов по культурам и использованию продукции).

Блок «Пестициды» (определение остаточного количества пестицидов в растениеводческой продукции).

Блок тяжелых металлов (определение в растениях и растениеводческой продукции кадмия, свинца и ртути).

Блок микроэлементов (определение в растениях и продукции бора, кобальта, молибдена, меди, марганца и цинка).

Энергетический блок (затраты энергии в джоулях при возделывании полевых культур, расчет энергии с урожаем полевых культур, баланс энергии при их возделывании).

Экономический блок (затраты труда и средств на производство растениеводческой продукции полевых культур с разной степенью интенсификации биологических ресурсов в растениеводстве).

Обработка экспериментальных данных методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова (1985) [19].

Научными исследованиями, проведенными в 2013-2015 гг. в ООО «Агрохолдинг Ив-нянский» Белгородской области, расположенного в Центрально-Чернозёмном регионе по возделыванию кукурузы на зерно, установлено неодинаковое влияние на морфологические, физиологические и хозяйственные показатели растений, урожайность зерна кукурузы и её структуру (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние технологии возделывания на основные физиологические показатели и урожайность зерна кукурузы (2013 – 2015 гг.)

Технология	Абсолютно-сухая масса растений г	Площадь листьев тыс. м ² /га	ФП, млн. м ² сут. га	Число зёрен в початке шт.	Масса зёрен с початка, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
							т/га	+/-
Традиционная, базовая	312,2	40,0	3,43	720,1	250,5	337,4	8,68	-
Strip-till, полосный посев	336,5	38,9	3,39	723,8	253,6	342,5	9,04	+0,36
No-till, прямой посев	269,4	33,8	3,06	696,3	237,2	330,1	8,07	-0,61

Мощный фотосинтетический потенциал посева (ФП) кукурузы 3,43 и 3,39 млн. м² суток/га был получен по традиционной технологии с поверхностной обработкой почвы и Strip-till с полосным посевом, по технологии No-till – без обработки почвы он был ниже - 3,06 млн. м² суток/га. Самый высокий урожай зерна кукурузы был получен по традиционной базовой технологии и по полосной технологии Strip-till – 8,68 и 9,04 т/га соответственно. Существенное снижение урожайности зерна кукурузы до 8,07 т/га или на 10,7 % отмечено по технологии с нулевой обработки No-till.

В условиях чернозёмной почвы технология Strip-till обеспечила повышенное число зерен в початке до 723,8 шт., массы зерна с початка до 253,6 г, массы 1000 зерен до 342,5 г. По традиционной технологии с поверхностной обработкой почвы и нулевой технологии No-till показатели структуры урожая и массы 1000 семян были несколько ниже.

Всесторонняя оценка стационарных полевых опытов, с учетом почвенных и климатических условий, материальных и технических ресурсов региона будет способствовать разработке и внедрению в производство малозатратных технологии возделывания сельскохозяйственных культур для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Их внедрение в производство позволит при имеющемся уровне энерговооруженности хозяйств повысить урожайность зерна на 5-6 ц/га, снизить энергозатраты на 30-35%.

Библиография

1. Дояренко А.Г. Синтетический метод в опытном деле /А.Г.Дояренко // Избранные сочинения. Издат. с.-х. литературы. – М.: 1963. – С. 471-480.
2. Мальцев В.Ф. Исследования в земледелии – системный подход / В.Ф. Мальцев, В.Н. Наумкин, В.А Зверев // Земледелие. – 1986. - № 9 – С. 9-10.
- 3.Мальцев В.Ф. Принцип изучения систем удобрений в севооборотах / В.Ф. Мальцев, В.Н. Наумкин, В.А. Зверев // Химия в сельском хозяйстве. - 1986. - №7 – С. 12- 14.
4. О роли научных понятий в земледелии / И.Я. Пигорев, В.Н. Наумкин, А.В. Наумкин, А.М. Хлопяни-ков, Г.В. Хлопяникова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. -2018. - № 1. - С.4-10.
5. Наумкин В.Н. Основные принципы и правила земледелия в приложении к агроэкологии. - 2-изд. пе-рераб. и допол.- Белгород. - 2005. - 19 с.
- 6.Об инновационных технологий в земледелии / И.Я. Пигорев, В.М. Солощенко, В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 3. - С.32-37.
7. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Концепция.- Пушкино. - 1994. – 174 с.

8. Наумкин В.Н. Направление биологизации земледелия в Центральном регионе / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Земледелие. 2010. - С. 5-7.
9. Методический подход к оценке адаптивных, ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий возделывания полевых культур / В.Н. Наумкин, Г.И. Уваров, С.Д. Лицуков, А.М. Хлопяников // Бюллетень научных работ, Белгород: изд. БелГСХА. -2006. -выпуск 5. - С.3-8.
10. Семькин В.А. Проблемы современного растениеводства и пути их решения в условиях Курской области / В.А. Семькин, И.Я. Пигорев // Проблемы развития сельского хозяйства Центрального черноземья: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Курск: Изд-во КГСХА. -2005. - С.3-7.
11. Котлярова Е.Г. Динамика органического вещества почвы в системе ландшафтного земледелия // Земледелие. - 2015. - № 3. - С. 20-24.
12. Трофимова Т.А., Коржов С.И., Гулевский В.А., Образцов В.Н. Оценка степени физической деградации и пригодности черноземов к минимизации основной обработки почвы // Почвоведение.- №9. - 2018. - С. 1125-1131
13. Власенко А.Н. Перспективы технологии No-till в Сибири / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Земледелие. - 2014. - №1. - С.16-19.
14. Мамбеталин К.Т. Длительность применения нулевой технологии / К.Т. Мамбеталин // Достижение науки и техники АПК. - 2006. - №5. - С.30-31.
15. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы / Перевод с англ. М.Ф. Пушкарёва.- М.:Агропромиздат,1985. - 208 с.
16. Наумкина Л.А. Особенности формирования посева кукурузы на зерно при технологии No – till и Strip – till в условиях лесостепи Центрально – Черноземного региона / Л.А. Наумкина, Е.Л. Сильванчук, А.М. Хлопяников, А.Н. Крюков // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. - 2016. - № 2(10). - С 77-82.
17. Хлопяников А.М., Крюков А.Н., Ибадуллаев К.Б. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от приемов основной обработки почвы и средств химизации // Вестник Брянского государственного университета. - 2012. - № 4. - С. 280 – 282.
18. Агроэкологическая оценка технологии No – till в условиях Белгородской области / С.Д. Лицуков, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 9. - С. 46 – 48.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.:Агропромиздат. - 1985. - 351 с.

References

1. Doyarenko A.G. A synthetic method in skilled business. G. Doyarenko//Elite of the composition. To publish. agricultural literatures. – М.: 1963. – Page 471-480.
2. Maltsev V.F. To researches in agriculture – system approach / V.F. Maltsev, V.N. Naumkin, V. A Zverev//Agriculture. – 1986. - No. 9 – С 9-10.
3. Maltsev V.F. The principle of studying of systems of fertilizers in crop rotations / V.F. Maltsev, V.N. Naumkin, V.A. Zverev//Chemistry in agriculture. - 1986. - No. 7 – Page 12 - 14.
4. About a role of scientific concepts of agriculture / I.Ya. Pigorev, V.N. Nahum-kin, A.V. Naumkin, А.М. Hlopyanikov, G.V. Hlopyanikova//the Messenger of the Kursk state agricultural academy.-2018. - No. 1. - Page 4-10.
5. Naumkin V.N. The basic principles and rules of agriculture in the annex to agroecology. - 2 prod. reslave. and допол. - Belgorod. - 2005. - 19 pages.
6. About innovative technologies in agriculture / I.Ya. Pigorev, V.M. Soloshchenko, V.N. Naumkin, А.М. Hlopyanikov//the Messenger of the Kursk state agricultural academy. - 2016. - No. 3. - Page 32-37.
7. Zhuchenko A.A. Strategy of an adaptive intensification of rural economy. Concept. - It is let. - 1994. – 174 pages.
8. Naumkin V.N. The direction of a biologization of agriculture in the Central region / V.N. Naumkin, А.М. Hlopyanikov, А.В. Naumkin//Agriculture. 2010. - Page 5-7.
9. Methodical approach to assessment of adaptive, resource-saving, ecologically safe technologies of cultivation of field cultures / V.N. Naumkin, G.I. Uvarov, S.D. Litsukov, А.М. Hlopyanikov//Bulletin of scientific works, Belgorod: prod. БелГСХА.-2006. - release 5. - Page 3-8.
10. Semykin V. A. Problems of modern crop production and a way of their decision in the conditions of Kursk region/VA. Semykin, I.Ya. Pigorev//Problems of development of agriculture of the Central Black Earth: Materials of the All-Russian scientific and practical conference. - Kursk: KGSXA publishing house.-2005. - Page 3-7.
11. Kotlyarova E.G. Dynamics of organic matter of the soil in the system of landscape agriculture//Agriculture. – 2015. - No. 3. – Page 20-24.
12. Trofimova T.A., Korzhov S.I., Gulevesky V. A., Obrastsov V.N. Assessment of extent of physical degradation and suitability of chernozems to minimization of the main processing of the soil//Soil science. - No. 9. - 2018. - Page 1125-1131
13. Vlasenko A.N. Prospects of technology No-till in Siberia / A.N. Vlasenko, N.G. Vlasenko, N.A. Korotkiy//Agriculture. - 2014. - No. 1. – Page 16-19.
14. Mambetalin K.T. Duration of use of zero technology / K.T. Mambetalin//Achievement of science and technology of agrarian and industrial complex. - 2006. - No. 5. – Page 30-31.
15. Allen H.P. Direct crops and the minimum processing the soil / Translation from English M.F. Pushchkarёv. - М.: Агропромиздат, 1985. - 208 pages.

16. Naumkina L.A. Features of formation of crops of corn on grain at technology No – till and Strip – till in the conditions of the forest-steppe Is central – the Chernozem region/L. A. Naumkina. E.L. Silvanchuk. A.M. Hlopyanikov. A.N. Kryukov//Messenger of the Kursk state agricultural academy. - 2018. - No. 3. - S.?.

17. Hlopyanikov A.M., A.N. Hooks, Ibadullayev K.B. Urozhaynost of corn grain depending on methods of the main processing of the soil and means of chemicalization//the Bulletin of the Bryansk state university. – 2012. - No. 4. – Page 280 – 282.

18. Agroecological assessment of technology No – till in the conditions of the Belgorod region / S.D. Litsukov, A.V. Shiryaev, L.N, Kuznetsova, etc.//the Bulletin of the Kursk state agricultural academy. – 2013. - No. 9. - Page 46 – 48.

19. Dospekhov B.A. Technique of field experiment / B.A. Dospekhov//M.: - Agropromizdat. - 1985. - 351 pages.

Сведения об авторах

Наумкин Виктор Николаевич доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, e-mail: naumkin47@mail.ru, тел. 8-910-322-37-97.

Наумкина Лидия Алексеевна доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, e-mail: naumkin47@mail.ru, тел. 8-910-322-47-37.

Крюков Александр Николаевич кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, e-mail: krukov31@rambler.ru, тел. 8-915-527-01-61.

Куренская Ольга Юрьевна кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, e-mail: kuren.olya@rambler.ru, тел. 8-908-783-27-56.

Хлопяникова Г.В. кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенного дела и маркетинга Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского, e-mail: khlopyanikova1970@mail.ru, тел. 8-910-236-92-43/

Information about authors

Naumkin Victor Nikolaevich, doctor of agricultural sciences, professor of department of crop production, selection and vegetable growing FSBEI HE Belgorod SAU, e-mail: naumkin47@mail.ru, ph. 8-910-322-37-97.

Naumkina Lidiya Alekseevna doctor of agricultural sciences, professor of department of crop production, selection and vegetable growing FSBEI HE Belgorod SAU, e-mail: naumkin47@mail.ru, ph. 8-910-322-47-37.

Kryukov Alexander Nikolaevich candidate of agricultural sciences, manager of department of crop production, selection and vegetable growing FSBEI HE Belgorod SAU, e-mail: krukov31@rambler.ru, ph. 8-915-527-01-61.

Kurenskaya O.Y. candidate of agricultural sciences, lecturer of department of crop production, selection and vegetable growing FSBEI HE Belgorod SAU, e-mail: kuren.olya@rambler.ru, ph. 8-908-783-27-56.

Khlopyanikova G.V. Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Bryansk State University named after Acad. I.G. Petrovsky, e-mail: khlopyanikova1970@bk.ru, ph. 8-910-236-92-43.

УДК: 633.491:338.314 (470.325)

В.А. Сергеева, С.В. Плаксиева, И.С. Муравьева, В.И. Клышников, А.С. Пыхтин

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В полевых производственных опытах, проведенных в 2017-2019 гг. на черноземе типичном в ФХ «Ярослав Мудрый» было изучено четыре сорта картофеля. Установлено, что величина урожая всех сортов различалась в зависимости от сложившихся условий вегетационных периодов, которые взаимодействовали с генотипом сорта. Установлена продолжительность вегетационного периода у изучаемых сортов. Она изменялась в среднем за три года исследований в разных пределах от 91 до 104 суток. В целом вегетационный период всех изучаемых сортов в среднем за три года незначительно отличался от заявленного оригинаторами. Эти данные дают основание подтвердить, что все изучаемые сорта относятся к среднеспелым. В среднем за три года установлено, что сортовое различие в линейном росте между сортами в фазу бутонизации находилось в пределах 1,2-2,5 см, при средней высоте растений 58 см, аналогичные закономерности отмечены в фазу цветения. Наибольший достоверный прирост высоты отмечен в межфазный период бутонизация-цветение у сорта Великан – 8,2 см. В среднем за три года этот же сорт Великан формировал максимальную высоту растений 67,0 см, остальные сорта не превысили по этому показателю стандартный сорт Ильинский. При анализе урожайности наблюдали следующие закономерности: в 2017 году урожайность картофеля в среднем по сортам составила 30,2 т/га и была самой низкой за весь изучаемый период в основном из-за неблагоприятных погодных условий и отсутствия осадков в первой половине вегетации; максимальная урожайность получена у сорта Великан и составила 36,0 т/га, тогда как у стандарта 30,4 т/га. В 2019 году среднесортная урожайность была на уровне 37,2 т/га, а в более благоприятном 2018 году 33,8 т/га. В среднем за три года исследований наибольшую урожайность выше стандарта обеспечил сорт Великан - 36,1 т/га. Анализ экономической эффективности позволил получить лучшие показатели, которые обеспечил новый для хозяйства сорт Великан, стоимость продукции с гектара которого составила 3610000 рублей, а прибыль и уровень рентабельности 185574 руб. и 105,8 %.

Ключевые слова: картофель, сорта, урожайность, экономическая эффективность.

ECONOMIC EFFICIENCY OF CULTIVATION OF VARIOUS POTATO VARIETIES IN THE BELGOROD REGION

Abstract: In field production experiments conducted in 2017-2019. Four varieties of potatoes were studied on black soil typical of the Yaroslav the Wise farm. It was found that the yield of all varieties varied depending on the prevailing conditions of the growing season, which interacted with the genotype of the variety. The duration of the growing season in the studied varieties is established. It changed on average over three years of research in different ranges from 91 to 104 days. In general, the vegetation period of all studied varieties on average for three years did not differ significantly from that declared by the originators. These data give reason to confirm that all studied varieties are mid-season. On average, over three years it was found that the varietal difference in linear growth between varieties during the budding phase was within 1,2-2,5 cm, with an average plant height of 58 cm, similar patterns were noted in the flowering phase. The greatest significant increase in height was observed during the interphase period of budding-flowering in the Velikan cultivar – 8,2 cm. On average for three years the same Velikan cultivar formed a maximum plant height of 67,0 cm, the remaining varieties did not exceed the standard Ilyinsky cultivar in this indicator. When analyzing the yield, the following patterns were observed in 2017, the average potato yield by varieties was 30,2 tons per hectare. and was the lowest for the entire studied period, mainly due to adverse weather conditions and the lack of rainfall in the first half of the growing season. The maximum yield was obtained from the Giant variety and amounted to 36,0 tons per hectare, while that of the standard was 30,4 tons per hectare. In 2019, the average variety yield was at the level of 37,2 tons per hectare, and in a more favorable 2018, 33,8 tons per hectare. On average, over three years of research, the highest yield above the standard was provided by the Giant variety 36,1 tons per hectare. The analysis of economic efficiency revealed the best economic indicators that the Velikan variety, new for the economy, ensured, the cost of production per hectare of which was 3610000 rubles, and the profit and profitability level 185574 rubles. and 105.8 %.

Keywords: potatoes, varieties, productivity, economic efficiency.

Введение. Картофелеводство, как одна из самых выгодных отраслей сельскохозяйственного производства, несомненно, будет продолжать развиваться и в Российской Федерации, и в лесостепи Центрального Черноземья. Это связано, прежде всего, с высокой экологической пластичностью сортов картофеля. Его посевные площади говорят о значительном распространении этой культуры так, общемировая площадь его посадок составляет около 18,6 млн. га, а валовой сбор клубнеплодов – 330 млн. тонн [6,10].

В нашей стране площади, отводимые под картофель, довольно значительные и составляют 17% от общемировых. Однако следует отметить, что урожайность этой ценной культуры в среднем по России остается на более низком уровне в 13,6 т/га, чем в мире 14,6 т/га [6].

Продукция растениеводства, в том числе и картофеля, состоит из органических веществ, которые образуются в растениях. Превращение тепловой энергии Солнца в химическую энергию органического вещества – главная особенность сельскохозяйственного производства, которое работает с положительным балансом энергозатрат и этим отличается от других видов производства [1,2,3,4].

Основной аспект возделывания сельскохозяйственных культур – анализ условий развития сельскохозяйственных растений: роста; фенологии; урожайности; отношения к удобрениям, болезням, сезонным изменениям условий тепла и влаги – морозам, заморозкам, засухам, переувлажнению. Экологические условия сельскохозяйственных угодий наиболее изменчивы на площадях богарного земледелия. Более стабильны они в зонах орошения, где мероприятия по мелиорации ослабляют влияние внешних условий [1,5,6].

Основа рациональных технологий, направленных на получение максимальной урожайности и высокого качества картофеля, заключается в соизмерении внесения удобрений со способностью культур ассимилировать содержащиеся в них питательные элементы без загрязнения продукции [7,9].

Изучение повышения эффективности производства картофеля на основе внедрения радикальных, не требующих существенных материальных затрат, элементов технологии в Российской Федерации очень актуально и сегодня [8,9].

Климатические условия лесостепи Центрального Черноземья позволяют производить посадку сортов картофеля различных групп спелости, но в производственных условиях зачастую возникают трудности с подбором сортов. К тому же этому ежегодно создаются серьезные помехи, а именно - частые засухи, которые совпадают с периодом образования клубней [1,10].

Разнообразие конкретных местных и погодных условий лесостепной зоны подразумевает, что управление формированием высокоурожайных и экономически выгодных посадок картофеля нельзя проводить шаблонно, т.е. по жесткой схеме. Даже в одном и том же хозяйстве необходимо для каждого поля и сорта принимать разные решения в зависимости от меняющихся экономических, почвенных, погодных и других условий возделывания [1,6].

Наибольшую прибыль с единицы площади можно достичь разными путями — от экстенсивных до более интенсивных приемов. Максимально возможная урожайность далеко не всегда означает, что при всех прочих условиях может быть получен наибольший чистый доход [5,10].

Целью наших исследований являлось выявить и рекомендовать для региона наиболее пластичные сорта картофеля, обеспечивающие получение стабильного урожая и высокой экономической эффективности в условиях ФХ «Ярослав Мудрый» Старооскольского района Белгородской области.

Цель исследования. Данное сортоизучение проведено нами в связи с появлением в Государственном реестре сравнительно нового перспективного сорта Великан, наряду с которым исследовали уже имеющиеся в хозяйстве три сорта картофеля, допущенные к использованию в Центрально-Черноземном регионе.

Материалы и методы исследования. Экспериментальную работу проводили в 2017-2019 гг. в условиях ФХ «Ярослав Мудрый» Старооскольского района Белгородской области. Объектом исследования был ряд сортов картофеля, выведенные в ФГБНУ «ВНИИ Картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха»: Ильинский, Жигулевский ООО «Агроцентр Кореново» и ООО «Редкинская агропромышленная компания» - Великан ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» - Хозяюшка и ФГБНУ «Самарский НИИСХ» имени Н.М. Тулайкова – Жигулевский. Все сорта включены в Госреестр по 5-му (Центрально-Черноземному) региону.

Сорт Ильинский – Патентообладатель: ГНУ ВНИИ картофельного хозяйства имени Лорха РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ

Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону. Среднеранний, столового назначения. Растение средней высоты, листового типа, полупрямостоячее. Лист и листочек среднего размера, зеленые. Волнистость края отсутствует или очень слабая. Соцветие маленькое. Венчик средний, красно-фиолетовый. Товарная урожайность 176-346 ц/га, на уровне и на 144 ц/га выше стандарта Невский. Максимальная урожайность - 355 ц/га, на 56 ц/га выше стандарта (Липецкая обл.). Клубень овальный. Кожура красная, гладкая. Мякоть белая. Масса товарного клубня 54-158 г. Содержание крахмала 15,7-18,0%, на 1,5-4,6% выше стандарта Невский. Вкус хороший. Товарность 87-99%, на уровне стандарта. Лежкость 93%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Восприимчив по ботве к изолятам возбудителя фитофтороза, выделенным в Московской обл., Республике Коми, Омской обл., Приморском крае; по клубням - умеренно восприимчив и умеренно устойчив к изоляту, выделенному в Московской обл. Ценность сорта: стабильная урожайность, хорошие вкусовые качества клубней, высокая товарность [11].

Сорт Жигулевский Оригинатор: ВНИИКХ им. А. Г. Лорха, Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулайкова

Среднеспелый, универсальный. Растение высокое, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист от среднего размера до крупного, промежуточный, зеленый. Волнистость края средняя. Венчик очень крупный, белый.

Товарная урожайность - 163-308 ц/га, на 17-72 ц/га выше стандарта Удача. Максимальная урожайность - 341 ц/га, на 19 ц/га выше стандарта (Республика Мордовия).

Клубень овальный с мелкими глазками. Кожура слегка шероховатая, желтая. Мякоть светло-желтая. Масса товарного клубня 100-208 г. Содержание крахмала 12,5-15,0%. Вкус удовлетворительный и хороший. Товарность 87-97%. Лежкость 78%.

Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. По данным ВНИИ фитопатологии, восприимчив по ботве и умеренно восприимчив по клубням к возбудителю фитофтороза. Во время хранения отмечено поражение фомозной гнилью [11].

Сорт картофеля включен в Госреестр по Центральному региону.

Сорт Хозяюшка – оригинатор ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» Среднеспелый, пригоден для переработки на хрустящий картофель. Растение высокое, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист крупный, открытый, темно-зеленый. Волнистость края сильная. Антоциановая окраска бутона слабая.

Товарная урожайность 178-355 ц/га, на уровне стандартов Накра и Луговской. Максимальная урожайность 383 ц/га, на 131 ц/га выше стандарта Луговской (Омская обл.).

Клубень овально-округлый с мелкими глазками. Кожура красная. Мякоть кремовая. Масса товарного клубня 101-179 г. Содержание крахмала 17,0-21,8%. Вкус хороший и отличный. Товарность 87-97%. Лежкость 95%.

Устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематоды [11].

Сорт Великан – оригинаторы ФГБНУ «ВНИИ Картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», ООО «Агроцентр Коренево» и ООО «Редкинская агропромышленная компания». Включен в Госреестр по Центральному (3), Волго-Вятскому (4) и Центрально-Черноземному (5) регионам. Среднеспелый, пригоден для приготовления пюре. Растение высокое, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист крупный, промежуточный, темно-зеленый. Венчик мелкий до среднего размера. Интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны сильная. Товарная урожайность 290-424 ц/га, на 61-104 ц/га выше стандартов Петербургский, Чайка. Максимальная урожайность 613 ц/га. Клубень овально-округлый с глазками средней глубины. Содержание крахмала 15,9-18,9 %. Устойчив к возбудителю

рака картофеля, относительно устойчив по ботве и клубням к возбудителю фитофтороза, морщинистой и полосчатой мозаике, а так же к скручиванию листьев [11].

В производственном опыте площадью 10,2 га при внесении органических (7 т/га) и минеральных удобрений (N₈₀P₈₀K₈₀) изучены особенности роста, развития и формирования урожая 4 сортов картофеля, определена экономическая эффективность их возделывания в хозяйстве.

Агротехника в опытах была такой, которая принята для возделывания картофеля в регионе. Площадь учетных делянок в опыте – 0,64 га при четырехкратной повторности. Размещение делянок систематическое предшественником картофеля был яровой ячмень.

Полевой опыт сопровождали наблюдениями, учетами и анализами.

Определение высоты растений - на 25 растениях с каждой делянки вариантов опыта по фазам развития.

Урожай — путем уборки взвешивания клубнеплодов со всей делянки.

Расчет экономической эффективности - с использованием нормативов и расценок, действовавших в 2019 году.

Достоверность результатов исследований - методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Обработка почвы – обычная зяблевая вспашка осенью, весной – боронование и одна предпосевная культивация на глубину 4-5 см. Срок посадки – третья декада апреля, картофелепосажалкой СКМ-6 со специальным приспособлением позволяющим опрыскивать клубни жидким препаратом. В качестве такового в ФХ «Ярослав Мудрый» используют Табу, ВСК (0,08-0,1 л/т). Густота растений картофеля каждого сорта на момент уборки составляла 52 тыс. растений на 1 гектаре.

Почва опытного участка - чернозем типичный, среднемощный, тяжелосуглинистый, рН солевой вытяжки – 6,7, содержание гумуса в пахотном слое – 4,54 %, содержание легкогидролизуемого азота – 137,2 мг/кг, подвижного фосфора – 138,0 мг/кг обменного калия – 126,0 мг/кг.

Результаты исследований. Погодные условия в годы опытов были различными. В 2017 году вегетация картофеля проходила при избытке тепла и незначительном дефиците влаги. Температура воздуха была на 2⁰С больше, а осадков выпало на 42,4 мм меньше среднегодовой нормы. Условия в 2018 году тоже были теплее в среднем на 2,5 ⁰С, но при этом осадков выпало на 78 мм больше обычного, а в 2019 году по отношению к 2018 году осадков выпало меньше на 27 мм при одинаковой температуре, что объясняет незначительное снижение урожайности клубней у всех изучаемых сортов в этот вегетационный период.

В целом погодные условия вегетационных периодов, разумеется, соответствующим образом отразились на динамике развития и урожайности всех сортов картофеля и позволили выявить даты наступления фенологических фаз растений сортов картофеля и продолжительность вегетации целом (табл.1).

Таблица 1 – Даты наступления фенологических фаз сортов картофеля, 2017-2019 гг.

Сорт	Посадка	Наступление фенофазы			
		всходы	бутонизация	цветение	увядание ботвы
Ильинский, St	25.04	15.05	05.06	25.06	26.07
Жигулевский	25.04	18.05	07.06	28.06	29.07
Великан	25.04	20.05	09.06	30.06	04.08
Хозяюшка	25.04	23.05	10.06	30.06	08.08

Наши исследования показали, что величина урожайности сортов и их пластичность сильно зависят от сложившихся погодных условий, и определяются многими факторами, которые имеют сложное взаимодействие с генотипом сорта.

Продолжительность вегетационного периода у изучаемых сортов варьировала в разных пределах 91 – 104 суток. У большинства сортов картофеля всходы появлялись на 20-28-е сутки после посадки. Период всходы – бутонизация в зависимости от сорта варьировал по

сортам от 21 до 26 суток. Период бутонизация – цветение сорта картофеля проходили по-разному, продолжительность данной фазы составила 20-25 суток. В целом вегетационный период всех изучаемых сортов в среднем за три года незначительно отличался от заявленного оригинаторами.

Отзывчивость картофеля к условиям возделывания можно установить по высоте растений. Так как динамика высоты общепринятый способ контроля за их ростом, в процессе вегетации в исследованиях предусматривалось измерение не только линейного роста, но и определение прироста высоты. Прирост высоты растений картофеля во все годы, а следовательно, и в среднем за изучаемый период различался в зависимости от сорта и условий года (табл.2).

Таблица 2 – Динамика высоты растений сортов картофеля, см 2017-2019 гг.

Сорт	Фенологические фазы		
	бутонизация	цветение	увядание ботвы
Ильинский, St	58,6	64,2	64,0
Жигулевский	57,4	62,7	62,3
Великан	59,2	67,4	67,0
Хозяюшка	56,7	59,8	59,4
Среднее по сортам	58,0	63,5	63,2

Различия в линейном росте между сортами в фазу бутонизации составляли 1,2-2,5 см, при средней высоте растений 58 см, аналогичные закономерности отмечены в фазу цветения. При определении линейных приростов у сортов картофеля отмечена закономерность снижения высоты в межфазный период цветение-увядание ботвы, что связано с завершением вегетации. Наибольший же прирост высоты отмечен в межфазный период бутонизация-цветение у сорта Великан – 8,2 см. В среднем за три года этот сорт формировал максимальную высоту растений 67,0 см, остальные сорта по этому показателю не превысили стандартный сорт Ильинский.

Главным показателем, характеризующим влияние условий вегетации и комплекса приемов по уходу за посадками картофеля, является урожайность. Сортоизучение проведенное в 2017-2019 гг. позволило выявить для условий ФХ «Ярослав Мудрый» наиболее урожайные и перспективные сорта картофеля (табл. 3).

Анализ урожайности показал, что в 2017 году урожайность картофеля в среднем по сортам составила 30,2 т/га и была самой низкой за весь изучаемый период в основном из-за неблагоприятных погодных условий и отсутствия осадков в первой половине вегетации. Максимальная урожайность получена у сорта Великан и составила 36,0 т/га, тогда как у стандарта 30,4 т/га. В 2019 году среднесортная урожайность была на уровне 37,2 т/га, а в более благоприятном 2018 году 33,8 т/га.

Таблица 3 – Урожайность сортов картофеля в условиях ФХ «Ярослав Мудрый», т/га 2017-2019 гг.

Сорт	Годы			Среднее за 3 года
	2017	2018	2019	
Ильинский, St	30,4	35,0	34,4	34,6
Жигулевский	30,0	31,0	30,6	30,5
Великан	36,0	39,0	37,2	36,1
Хозяюшка	24,2	30,0	28,4	27,5
Среднее по сортам	30,2	33,8	32,7	-
НСР ₀₅	2,7	2,3	1,9	-

В среднем за три года исследований наибольшую урожайность выше стандарта обеспечил сорт Великан 36,1 т/га.

В условиях рыночных отношений очень важно провести экономическую оценку применяемой технологии возделывания картофеля и оценить эффект от внедрения перспективных сортов.

При возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля максимальная экономическая эффективность возделывания достигается за счет комплексного внедрения взаимосвязанных элементов технологии: размещение по лучшим предшественникам, внесение научно обоснованных доз минеральных удобрений, посев в оптимальные агротехнические сроки, более тщательный уход за растениями, обоснованное использование пестицидов, уборка урожая в оптимальные сроки.

При определении экономической эффективности возделывания сортов картофеля в ФХ «Ярослав Мудрый» нами был сделан анализ по следующим показателям: урожайность, стоимость продукции с 1 га, материально-денежные затраты на 1 га, прибыль, себестоимость 1 тонны и уровень рентабельности (табл.4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания сортов картофеля (2017-2019 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Стоимость продукции с 1 га, руб.	Производственные затраты, руб./га	Прибыль, руб.	Себестоимость, руб./т	Уровень рентабельности, %
Ильинский, St	34,6	346000	173648	172352	5019	99,3
Жигулевский	30,5	305000	171324	133676	5617	78,0
Великан	36,1	361000	175426	185574	4859	105,8
Хозяюшка	27,5	275000	172046	102954	6256	59,8

В среднем за 2017-2018 годы в ФХ «Ярослав Мудрый» возделывание всех сортов картофеля было выгодно. Производственные затраты на 1 га изменялись незначительно от 171324 руб. до 175426 руб. Они обусловлены высокой стоимостью посадочного материала, а также значительными средствами на внесение органических и минеральных удобрений. Себестоимость 1 тонны клубнеплодов в значительной степени определялась уровнем урожайности, находясь в прямой зависимости от нее. Наибольшей она была у сорта Хозяюшка – 6256 руб./тонну, а наименьшей у сорта Великан – 4859 руб./тонну. Лучшие экономические показатели обеспечил новый для хозяйства сорт Великан, стоимость продукции с гектара которого составила 361000 рублей. Этот же сорт обеспечил наибольшую прибыль и максимальный уровень рентабельности 185574 руб. и 105,8 %.

Заключение. Таким образом, проведенные нами производственные опыты по оценке экономической эффективности внедрения новых сортов картофеля в условиях ФХ «Ярослав Мудрый» позволили выявить лучшие, наиболее адаптивные и выгодные сорта, которые в различных условиях вегетации обеспечивают наибольшие прибыль и рентабельность производства клубней картофеля. Для условий хозяйства это сорт Ильинский и Великан.

Библиография

1. Анисимов, Б.В. Производство картофеля в Российской Федерации в 2006 году [Текст] / Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов, О.Н. Шатилова. - Картофель и овощи, 2007.-№ 2.- с.2-3.
2. Карманов, С.Н. Урожай и качество картофеля [Текст]/ С.Н. Карманов, Кирюхин В.П., Коршунов А.В. – М: Россельхозиздат, 1988. – 167 с.
3. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.
4. Организация и управление сельскохозяйственным производством [Текст] / Учебное пособие (Практикум) Плаксиева С.В., Добрунова А.И., Муравьев А.А.- Белгород: Изд-во БелГАУ, 2018 . 176 с.
5. Предпринимательство в АПК: Учебник [Текст] / Под ред. С.И. Грядова. - М: КолосС, 2007.
6. Тюпома, Н.В. Сортоизучение и адаптация сортов среднего и раннего картофеля в аридных условиях Нижнего Поволжья на капельном орошении [Текст]/ Н.В. Тюпома, А. Ф. Туманян, Н. А. Щербакова // Овощи России. – 2012. - № 4(17). – С. 58-63.
7. Управление структурным подразделением организации. Курс лекций: учеб-метод. пособие [Текст] / А.И. Добрунова [и др.]. – Майский: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 462 с.
8. Управление структурным подразделением организации. Практикум: учеб-метод. пособие [Текст] / А.А. Муравьев, А. И. Добрунова, С. В. Плаксиева, Н. Ю. Яковенко. – Майский: Изд-во Белгородского ГАУ, 2015. – 225 с.
9. Федотова, Л.С. От нового удобрения картофель вкуснее [Текст] /Л.С. Федотова, А. В.Фролов.- Картофель и овощи, 2002. - №3.- С.26.

10. Шанина, Е.П. Сортоизучение картофеля в условиях среднего Урала [Текст] / Е.П. Шанина // Нива Урала. – Екатеринбург, 2008. – С. 7-8.
11. Сорты растений включенные в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию на 16.08.2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://reestr.gossort.com/reg/main/355.html>. (дата обращения 03.09.2019).

References

1. Anisimov, B.V. Potato production in the Russian Federation in 2006 [Text] / B.V. Anisimov, V.S. Chugunov, O.N. Shatilova. - Potatoes and vegetables, 2007.-№ 2.- p.2-3.
2. Karmanov, S.N. Harvest and quality of potatoes [Text] / S.N. Karmanov, Kiryukhin V.P., Korshunov A.V. - M: Rosselkhozizdat, 1988. -- 167 p.
3. Organizational and technological standards for the cultivation of agricultural crops (for example, Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al. - Belgorod: Izd. Constant, 2014. -- 462 p.
4. Organization and management of agricultural production [Text] / Textbook (Workshop) Plaksieva S.V., Dobrunova A.I., Muravyov A.A. - Belgorod: BelGAU Publishing House, 2018. p176.
5. Entrepreneurship in the agricultural sector: Textbook [Text] / Ed. S.I. Gryadova. - M: KolosS, 2007.
6. Tyutyuma, N.V. Varietal study and adaptation of middle and early potato varieties in arid conditions of the Lower Volga region under drip irrigation [Text] / N.V. Tyutyuma, A. F. Tumanyan, N. A. Shcherbakova // Vegetables of Russia. - 2012. - No. 4 (17). - p. 58-63.
7. Management of the structural unit of the organization. Lecture course: textbook method. allowance [Text] / A.I. Dobrunova [et al.]. - Maisky: Publishing House of the Belgorod State Agrarian University, 2016. -- 462 p.
8. Management of the structural unit of the organization. Workshop: training method. allowance [Text] / A.A. Muravyov, A.I. Dobrunova, S.V. Plaksieva, N. Yu. Yakovenko. - Maisky: Publishing House of the Belgorod State Agrarian University, 2015. --225 p.
9. Fedotova, L.S. From a new fertilizer, potatoes are tastier [Text] / L.S. Fedotova, A.V. Frolov.- Potatoes and vegetables, 2002. - No. 3.- p.26.
10. Shanina, EP Variety study of potatoes in the middle Urals [Text] / EP Shanina // Niva Ural. - Ekaterinburg, 2008. - p. 7-8.
11. Plant varieties included in the State Register of selection achievements approved for use on 08/16/2019 [Electronic resource].-Access mode: <http://reestr.gossort.com/reg/main/355.html>. (date of treatment 03.09.2019).

Сведения об авторах

Сергеева Валентина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства ландшафтной архитектуры и плодоводства ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина»

Плаксиева Светлана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 30850 8-951-142-75-77

Муравьева Ирина Сергеевна, студентка агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

Клышников Валентин Иванович, студент агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

Пыхтин Алексей Сергеевич, студент агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

Information about the author

Sergeeva Valentina Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of land management landscape architecture and fruit growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1

Plaksieva Svetlana Vladimirovna, Candidate of economics Sciences, associate professor, Department of Accounting Analysis and Finance Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1

Muravyeva Irina Sergeevna student of the Faculty of Agronomy Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

Klyshnikov Valentin Ivanovich student of the Faculty of Agronomy Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

Pykhtin Aleksey Sergeevich student of the Faculty of Agronomy Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

Нашим авторам

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3 – 1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см (не задавать пробелами), формат – книжный. Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200 – 250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и(или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затенение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3. Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключения составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

Порядок представления материалов

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:

Наседкина Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,
Груздова Людмила Николаевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: konf.econom@yandex.ru
тел. +7 919 229-09-96.

Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:

Лицуков Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,
Муравьев Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru
тел. +7 951 142-75-77.

Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:

Пастухов Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,
Колесников Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru
тел. +7 908 783-88-92.

Пример оформления статьи

УДК 633.11(470.325)

В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова, И.В. Кулишова

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации (не менее 250 слов, 2000 знаков).

Ключевые слова: ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова (не менее 5)

FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation.

Keywords: keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной статьи.....
 (текст).....
 (текст).....
 (текст).....

Таблица 1 - Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га (2016-2017 г.г.)

Библиография

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

References

и на английском языках.

Сведения об авторах

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26

Кулишова Ирина Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Our reviewers

Results of open scientific researches in the field of agricultural science and equipment, materials about results of innovative development and projects of the enterprises and firms of various forms of ownership, inventions, materials of conferences, exhibitions and competitions are published in the Journal.

The contents of articles are reviewed (according to Journal's content) for topic relevance, clearness and statement logicity, the scientific and practical importance of the considered problem and novelty of the proposed author's solutions.

The total amount of the publication is decided by the amount of typographical units with interspaces. The recommended range of values makes from 12 thousand to 40 thousand typographical units with interspaces (0,3 – 1,0 printed pages). Materials which volume exceeds 40 thousand typographical units may be also accepted to the publication after preliminary agreement with editorial body. In case of impossibility of such materials replacement within one article, they may be published (with the author consent) in parts, in each subsequent (next) issue of the Journal.

Articles must be issued on sheets A4, printed type must be Times New Roman, size must be 12 pt; for registration of tables titles, drawings, charts, block diagrams and other illustrations - Times New Roman, usual, size is 10 pt; for notes and footnotes - Times New Roman, usual, size 10 pt. For registration of the bibliography, data on authors, summaries and keywords the size is 10 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 1,00 cm (without interspaces), a format is a book. If article was or will be sent to another edition it is necessary to report to our editions.

During materials preparation you may not to use an automation equipment of documents (headlines, automatically filled forms and fields, dates) which can influence change of formats of data and reference values.

Article registration

In the left top corner from the paragraph article UDC is printed (check a correctness of the chosen UDC on the site of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information or in cooperation with the bibliographer of the founder of Journal by tel. +7 4722 39-27-05).

Below, after interspaces, at the left from the paragraph are full name of the author(s), semi boldface italics. Further, after interspaces, in the center of a line is article title (the name of article has to reflect the main idea of the executed research and should be as short as possible) and it prints with capital letters.

Then with a new paragraph one places a summary (issued according to requirements imposed to papers and summaries of GOST 7.9-95, GOST 7.5-98, GOST P 7.0.4-2006 of 200 – 250 words (no more than 2000 signs), from the new paragraph one provides keywords.

Further it is necessary to place in English: article title, summary (Abstract), keywords.

Next after interspaces is the text of article, the bibliography (the bibliographic description is provided according to GOST P 7.0.5-2008 "Bibliographic reference") and its option in English (References). By drawing up descriptions in English it is recommended to use the international Harvard standard taking into account that authors full name of Russian-speaking sources, article titles are transliterated (according to rules of System of Library of the Congress of the USA – LC), after that in square brackets is translation of publication title, further is given its output data (in English or transliteration, without reductions and abbreviations).

Further there are data about authors, which include a surname, a name and a middle name; academic degree, academic status (now); post or profession; a place of work (study) – full name of organization, including structural division (chair, faculty, department, management, department, etc.), and their full postal address, contact information – telephone and (or) the e-mail address, and also other data on the author's discretion which will be used for article's replacement in the Journal and on the informational website of publishing house. In collective works (articles, reviews, researches) of data of authors are brought in the sequence accepted by them. Further information about authors in English.

The main text of the published material (article) is provided in Russian or English. The text of the published work has to contain: introduction, main part and conclusion. The volume of each of parts is defined by the author. Then it is necessary to detail a problem, carry out the analysis, prove the chosen decision, and give the sufficient bases and proofs confirming ones reliability. In conclusion the author formulates the generalized conclusions, the main recommendations or offers; forecasts and(or) prospects, opportunities and their application area.

For highlighting of the most important concepts, conclusions is used the bold-face type and italics. It is not allowed to apply underlining of the main text, references and notes, and also its allocation (coloring, illumination) a color marker.

The author's text can be accompanied by monochrome drawings, tables, schemes, photos, schedules, charts and other graphic objects. In this case the corresponding references to illustrations are given in the text. Drawings titles and headings of tables are obligatory.

Illustrations in the form of schemes, charts, schedules, photos and others (except tables) images are considered as drawings. Drawing title is under it in the middle of a line. For example: "Fig. 1. Obtaining hybrid cells".

During tables preparation you can use only book orientation of the table. Table title is over it, in the center. For example: "Table 3. The breed standard in live weight of breeding heifers".

The illustrations used in the text in addition are provided in edition in the form of separate files of high

quality, the TIFF format (with the resolution of 300 dpi) or EPS, all fonts have to be transferred to curves. The exception is made by the schedules, schemes and charts executed directly in the Word program in which the text file or Excel is provided. It is not required to provide them in the form of different files.

Mathematical formulas should be written in the form of Microsoft Equation or Microsoft MathType editor. The formulas, which are written in other editors and in the form of drawings, are not accepted. All designations of sizes in formulas and tables must be explained in the text.

In case of citing or using any provisions from other works one should give references to the author and a source from which material in the form of the sending concluded in square brackets [1]. All references must be listed by the author in the general list (bibliography) issued in the form of endnote bibliographic references in the end of article where the full list of the used sources is provided. Do not use intra text and interlinear bibliographic references in articles.

Order of materials representation

Authors provide the following materials in edition (responsible secretaries of the appropriate thematic sections):

– article in printed form, without hand-written inserts, on one party of a standard sheet, signed on the last sheet by all authors,

– article in electronic form, each article has to be in the different file, the surname of the original author titles the file,

– data about authors (in a printing and electronic versions) – the questionnaire of the author,

– the review of article signed (doctor of science) and certified by the press

– graduate students provide the reference confirming a study place.

On condition of implementation of formal requirements to materials for the publication the article manuscript provided by the author is reviewed according to an established order of reviewing of the manuscripts, which are coming to editorial office of the Journal. The decision on expediency of the publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy chief editors), and if it is necessary by an editorial board in general. The editorial board sent to the author of the unaccepted manuscript a motivated refusal.

The payment for the manuscripts publication is not charged from graduate students.

E-mail addresses of responsible secretaries of thematic sections are given below:

Thematic section “Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village”:

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Gruzdova Lyudmila Nikolaevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: konf.econom@yandex.ru

Tel. +7 919 229-09-96.

Thematic section “Innovative Technologies in Agronomy”:

Litsukov Sergey Dmitriyevich, Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Muravyov Alexander Alexandrovich, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru

Tel. +7 952 142-75-77.

Thematic section “Agricultural Engineering and Energy Efficiency”:

Pastukhov Alexander Gennadievich, Dr. of Tech. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Kolesnikov Alexander Stanislavovich, Cand. Tech. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru

Tel. +7 908 783-88-92.

Example of registration of article

UDC 633.11(470.325)

V.V. Smirnova, N.A. Sidelnikova, I.V. Kulishova

FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation (not less than 250 words).

Keywords: keywords, keywords, keywords, keywords, keywords (not less than 5 keywords).

Text.....
.....
.....

Table 1 - The breed standard in live weight of breeding sows

References

1. Smirnova V.V. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' sortov ozimoy pshenicy, tekhnologicheskie kachestva zerna i ih izmenenie pri hranenii: avtoreferat dis. ... kand.s.-h. nauk: 06.01.09 / Smirnova V.V.; BelGSKHA. – Belgorod, 2007. – 19 s.
2. Sidel'nikova N.A. Sovershenstvovanie intensivnykh tekhnologij vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnykh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.