



Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№3 (19) 2018

Иновации в АПК:

проблемы и перспективы

Теоретический и научно-практический журнал.
Основан в 2013 году. Выходит один раз в квартал.

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»
Официальный сайт: <http://www.bsaa.edu.ru>

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

Члены научно-редакционного совета

Бондаренко Л.В., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);
Вереновская А., PhD э. н. (Польша);
Ерохин М.Н., д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);
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;
Ушачев И.Г., д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);
Яска Е., PhD э. н. (Польша).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Турьянский А.В., д. э. н., профессор

Заместители главного редактора

Колесников А.В., д. э. н., доцент;
Дорофеев А.Ф., к. пед. н., доцент

Члены редакционной коллегии

Азаров В.Б., д. с.-х. н., профессор;	Ломазов В.А., д. физ.-мат. н., профессор;
Андрянов Е.А., д. с.-х. н., профессор;	Медведева 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;	Полываев 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;	Скрятин Н.Ф., д. тех. н., профессор;
Коломейченко А.В., д. тех. н., профессор;	Смуров 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;	Ступак 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;	

Технический редактор Потопов Н.К.

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка Потопов 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>

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.

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»
Подписано в печать 03.10.2018 г., дата выхода в свет – 10.10.2018 г.
Усл. п.л. 12,79 Тираж 1000 экз. Заказ № 1480 Свободная цена.
Адрес типографии: г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 137, корпус 1, офис 357
Тел. +7 4722 35-88-99*401, +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», 2018.

Innovations in Agricultural Complex:

problems and perspectives

Theoretical, research and practice journal.
Based in 2013. Issued once per quarter.

FOUNDER

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”
Official website: <http://www.bsaa.edu.ru>

EDITORIAL BOARD

Tur'ianskii A.V., Dr. Econ. Sci., professor (Russia) – Chairman;
Kolesnikov A.V., Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia) – Vice-Chairman;
Dorofeev A.F., Cand. Ped. 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);
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
Ushachev I.G., Dr. Econ. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);
Jaska E., PhD in economics (Poland).

EDITORIAL STAFF

Editor in Chief

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

Deputy editors

Kolesnikov A.V., Dr. Econ. Sci., associate professor;
Dorofeev A.F., Cand. Ped. Sci., associate professor

Members of Editorial Staff

Azarov V.B., Dr. Agr. Sci., professor;	Lomazov V.A., Dr. Phys.-math. Sci., prof.;
Andrianov E.A., Dr. Agr. Sci., professor;	Medel'yeva Z.P., Dr. Econ. Sci., professor;
Anichin V.L., Dr. Econ. Sci., professor;	Myazin N.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Afonichev D.N., Dr. Tech. Sci., professor;	Nasedkina T.I., Dr. Econ. Sci., professor;
Babintsev V.P., Dr. Phil. Sci., professor;	Naumkin V.N., Dr. Agr. Sci., professor;
Vendin S.V., Dr. Tech. Sci., professor;	Pastukhov A.G., Dr. Tech. Sci., professor;
Gruzdova L.N., Cand. Econ. Sci., as prof.;	Pol'yav O.I., Dr. Tech. Sci., professor;
Gurin A.G., Dr. Agr. Sci., professor;	Rastopchina Y.L., Cand. Econ. Sci., as prof.;
Demidova A.G., Cand. Agr. Sci., as prof.;	Saenko Yu.V., Dr. Tech. Sci., professor;
Zaporozhtseva L.A., Dr. Econ. Sci., professor;	Sidorenko O.V., Dr. Econ. Sci., as prof.;
Kolesnikov A.S., Cand. Tech. Sci., as prof.;	Skryatin N.F., Dr. Tech. Sci., professor;
Kolomeichenko A.V., Dr. Tech. Sci., professor;	Smurov S.I., Cand. Agr. Sci.;
Kotlyarova E.G., Dr. Agr. Sci., professor;	Solyarov O.V., Dr. Agr. Sci., professor;
Kotsareva N.V., Dr. Agr. Sci., as prof.;	Stupakov A.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Lebedev A.T., Dr. Tech. Sci., professor;	Tokar E.V. Dr. Econ. Sci., professor
Litsukov S.D., Dr. Agr. Sci., professor;	

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>

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.

Printed in (Limited liability company) Publication and printing center “POLYTERRA”
Signed for publication 03.10.2018, date of publication 10.10.2018.
Conventional printed sheet 12,79 Circulation 1000 copies Order № 1480 Free price
Address of printing: pr. B. Khmel'nitskogo, 137, site 1, room 357, Belgorod, Russia
tel. +7 4722 35-88-99*401, +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», 2018

СОДЕРЖАНИЕ	
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ	
<i>В.П. Димитров, Л.В. Борисова, И.Н. Нурулдинова</i> ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ ЗЕРНУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА.....	3
<i>А.С. Колесников</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА.....	14
<i>А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, С.Ю. Иконников</i> КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ ОКСИДИРОВАНИЕМ.....	22
<i>А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, А.С. Шумский</i> СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИИ МАШИН РОТАЦИОННОГО ТИПА.....	31
<i>А.Г. Минасян</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕСУРСА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛКОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ.....	38
<i>В.В. Очинский, А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, Н.А. Рыбалкин</i> МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ УНИЧТОЖЕНИЯ САРАНЧИ КВАРЦЕВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ.....	44
ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА	
<i>О.С. Акупиан, Р.В. Капинос</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	50
<i>Н.И. Човган</i> МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР АГРАРНОЙ СФЕРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	60
<i>Н.Ю. Яковенко, Г.И. Худобина, М.Г. Метелева</i> ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	70
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ	
<i>Е.Г. Котлярова, А.И. Титовская, М.Н. Рязанов, Н.А. Нужная, В.М. Гармашов</i> УРОВЕНЬ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЧЕРНОЗЕМЬЕ.....	82
<i>С.А. Линков; А.В. Акинчин; И.С. Донченко; А.А. Попов</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	92
<i>В.А. Лукьянов, С.Ю. Горбунова, А.И. Стифеев</i> РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОТ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ.....	98
<i>А.А. Рядинская</i> ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ НА СОХРАННОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ.....	104
<i>А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова Н.В. Ширяева</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ.....	109
<i>Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева, К.К. Хакимова</i> СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ.....	116
Нашим авторам.....	123

CONTENTS	
AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY	
<i>V.P. Dimitrov, L.V. Borisova, I.N. Nurudinova</i> KNOWLEDGE BASE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL ADJUSTMENT OF THE GRAIN HARVESTER.....	3
<i>A.S. Kolesnikov</i> IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF GRANULING OF SUGAR BEET PULP.....	14
<i>A.V. Kolomeichenko, N.V. Titov, S.Yu. Ikonnikov</i> THERMAL CONDUCTIVITY RATIO AND SPECIFIC HEAT CAPACITANCE OF OXIDE COATINGS, FORMED BY PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION.....	22
<i>A.T. Lebedev, R.V. Pavlyuk, A.V. Zakharin, P.A. Lebedev, A.S. Shumsky</i> REDUCTION OF VIBRATION OF ROTARY TYPE MACHINES.....	31
<i>A.G. Minasyan</i> INCREASING THE OPERATING RESOURCE OF WORKERS SURFACE OF VOLCANUM MILLERS.....	38
<i>V.V. Ochinsky, A.T. Lebedev, R.V. Pavlyuk, A.V. Zakharin, P.A. Lebedev, N.A. Rybalkin</i> MECHANICAL WAY OF DESTRUCTION OF LOCKS BY QUARTZ ELEMENTS.....	44
INNOVATIVE ECONOMICS, MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES AND SOCIAL DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES	
<i>O.S. Akopian, R.V. Kapinos</i> INNOVATIVE APPROACHES TO RURAL DEVELOPMENT.....	50
<i>N.I. Chovgan</i> MECHANISM OF REALIZATION OF INNOVATIVE POTENTIAL OF BUSI- NESSSTRUCTURES OF THE AGRARIAN SECTOR RUSSIAN FEDERATION.....	60
<i>N.Yu. Yakovenko, G.I. Hudobina, M.G. Meteleva</i> FORMATION OF SYSTEM OF MANAGEMENT EFFICIENCY OF LABOR IN AGRICULTURE.....	70
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY	
<i>E.G. Kotliarova, A.I. Titovskaya, M.N. Riazanov, N.A. Nuzhnaya, V.M. Garmashov</i> THE LEVEL OF SUNFLOWER CROPS CONTAMINATION DEPENDING ON THE SOIL CULTIVATION IN THE BLACK EARTH REGION.....	82
<i>S.A. Linkov, A.V. Akinchin, I.S. Donchenko, A.A. Popov</i> THE USE OF REMOTE SENSING TECHNIQUES TO ASSESS THE CONDITION OF AGRICULTURAL CROPS.....	92
<i>V.A. Lukyanov, S.Yu. Gorbunova, A.I. Stifeev</i> GROWTH AND GERMINATION OF WINTER WHEAT WITH USE OF CULTURAL MEDIUM FROM MICROAIGAE.....	98
<i>A.A. Ryadinskaya</i> INFLUENCE OF STORAGE METHODS FOR CONSERVATION OF CARROT FOSSILS.....	104
<i>A.V. Shiryayev, L.N. Kuznetsova N.V. Shiryayeva</i> PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE METHODS OF BASIC PROCESSING OF SOIL AND FERTILIZERS.....	109
<i>N.V. Shiryayeva, A.V. Shiryayev, L.N. Kuznetsova, A.G. Stupakov, A.O. Simasheva, K.K. Khakimova</i> STRUCTURAL STATE OF THE SOIL IN WHICH WHEAT OXIMISM BY VARIOUS PRECURSORS.....	116
Our reviewers.....	123

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 007:631.2

В.П. Димитров, Л.В. Борисова, И.Н. Нурутдинова

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы создания базы экспертных знаний интеллектуальной системы, предназначенной для информационной поддержки деятельности оператора зерноуборочного комбайна в полевых условиях. Эффективность уборочных работ и достижение высокого качества работ существенно зависят от оптимальности технологической настройки комбайна. Принятие оператором решения о значениях регулировочных параметров в конкретных условиях уборки значительно облегчается применением интеллектуальных систем. Актуальность разработки таких систем для управления процессом уборки сельскохозяйственных культур определяется сложностью оценки, изменчивостью и многообразием внешних факторов, недостаточной изученностью их взаимосвязей с параметрами технологической настройки. В условиях нечёткой информации о факторах внешней среды и сложных взаимосвязей между факторами внешней среды и регулируемые параметрами комбайна традиционные математические модели неэффективны, что обусловило применение для решения задачи технологической настройки комбайна в полевых условиях лингвистического подхода и математического аппарата теории нечетких множеств. При создании интеллектуальных систем, в которых для принятия решения используются принципы нечёткой логики, немаловажную роль играет база экспертных знаний, она определяет надежность последующего нечеткого логического вывода решения. Подробно рассмотрены вопросы создания базы экспертной информации и анализа ее качества. Представлен полный комплекс экспертной информации о важнейшем из параметров технологической настройки - частоте вращения крыла вентилятора очистки. Рассмотрены случаи уборки ячменя и пшеницы, как наиболее распространенных зерновых культур. Установлены лингвистические шкалы, построены функции принадлежности, для чего использованы стандартные функции треугольного и трапецеидального видов. Оценки параметров функций принадлежности для 5-и, 6-и и 7-и термовых моделей были даны четырьмя экспертами. Получены характеристики парной и общей согласованности представленных моделей, установлена достаточно высокая согласованность экспертной информации, что позволяет использовать ее на этапе нечеткого логического вывода решения. На основе анализа характеристик согласованности выбраны оптимальные модели. Полученные результаты предназначены для блока приобретения и корректировки знаний интеллектуальной системы для технологической регулировки комбайна.

Ключевые слова: интеллектуальная система, технологическая регулировка, зерноуборочный комбайн, база знаний, лингвистическая переменная, функция принадлежности.

KNOWLEDGE BASE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL ADJUSTMENT OF THE GRAIN HARVESTER

Abstract. In the paper topical issues of creation of expert knowledge base of the intelligent system intended for information support of activity of the grain harvester operator of the combine harvester in field are considered. The efficiency of harvesting and the achievement of high quality work depend significantly on the optimality of the technological adjustment of the grain harvester. Making decision by operator on the values of the adjusting parameters under specific harvesting conditions is greatly facilitated by the use of intelligent systems. The relevance of the development of such systems to manage the process of harvesting crops is determined by the complexity of the assessment, variability and diversity of external factors, the insufficient knowledge of their relationships with the parameters of technological adjustment. Under the conditions of fuzzy information about environmental factors and complex relationships between environmental factors and adjustable parameters of the harvester traditional mathematical models are ineffective, which led to the application of linguistic approach and mathematics of the theory of fuzzy sets to solve the problem of technological adjustment of the harvester in the field. When creating intelligent systems that use the principles of fuzzy logic to make a decision, an important role is played by the expert knowledge base, it determines the reliability of the subsequent fuzzy inference of the solution. The problems of creating of base of expert information and analysis of its quality are considered in detail. A full set of expert information on one the important technological parameters - the rotor speed of a separator fan is presented. The cases of harvesting barley and wheat as the most common crops are considered. Linguistic scales are established, membership functions are constructed, for which standard functions of triangular and trapezoidal types are used. The parameter estimates of the membership functions for the 5-term, 6-term and 7-term models were given by four experts. The characteristics of the pair and the general consistency of the presented models are obtained, a sufficiently high consistency of expert information is established, which allows to use it at the stage of fuzzy inference of the solution. Based on the analysis of the consistency characteristics, the optimal models are selected. The obtained results are intended for the block of acquisition and correction of knowledge of intelligent system for technological adjustment of grain harvester.

Keywords: intelligent system, technological adjustment, grain harvester, knowledge base, linguistic variable, membership function.

Введение. Проблема создания машин нового, интеллектуального типа выделяется в стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения в нашей стране как одна из важнейших. Зернокомбайн является основной машиной, используемой при уборке многих зерновых культур. Эффективность и качество уборки урожая зерновых культур в значительной степени определяется правильностью технологической настройки комбайна и своевременной корректировкой регулировочных параметров при изменении внешних факторов или снижении показателей качества уборки. Определение оптимальных значений технологических параметров комбайна в полевых условиях является сложной задачей даже для опытного оператора. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, большая часть информации о состоянии внешней среды, на основе которой принимается решение о параметрах настройки, носит качественный или оценочный характер. Во-вторых, взаимосвязи между внешними факторами и регулировочными параметрами носят сложный, не всегда однозначный характер. Таким образом, задача технологической настройки рабочих органов комбайна есть задача принятия решения в нечетких внешних условиях, при наличии сложных, и часто неоднозначных, взаимосвязей признаков с размытыми границами, а также высказываний с различной степенью истинности. Для решения таких задач успешно применяют математический аппарат теории нечётких множеств [1, 2]. Принципы нечёткого моделирования положены в основу интеллектуальной системы поддержки принятия решений о параметрах технологической настройки уборочных машин [3-5]. Применение интеллектуальных систем для принятия решений по технологической настройке комбайна повышает эффективность и способствует повышению качества уборочных работ [5, 6].

Система принятия решений оперирует нечёткими знаниями и понятиями и позволяет делать выводы на основе правил нечёткой логики, что обуславливает актуальность задачи адекватного представления нечеткой экспертной информации. Для формирования базы экспертных знаний проводится изучение предметной области с целью определения значимых факторов внешней среды, в соответствии с которыми определяется конечное множество входных и выходных лингвистических переменных (ЛП), установление оптимальной лингвистической шкалы и оптимального количества термов. При этом множество значений ЛП должно быть таким, чтобы обеспечивалась максимальная согласованность экспертной информации, и одновременно оно должно быть достаточным для выявления закономерностей и взаимосвязей факторов. На следующем этапе задаются функции принадлежности (ФП) всех ЛП. Для удобства исполнения операций, а также для ввода-вывода и хранения данных, желательно работать с ФП стандартного вида. Затем вычисляются все характеристики согласованности предложенных моделей ЛП. При наличии альтернативных по количеству термов моделей выбирается оптимальная по показателям согласованности модель, с этой целью может быть использован алгоритм, предложенный в [7].

Постановка задачи. Задача подготовки экспертной информации для создания интеллектуальной системы поддержки принятия решений о параметрах технологической настройки комбайна содержит ряд подзадач:

- установление значимых факторов внешней среды, их лингвистическое описание;
- лингвистическое описание параметров технологической регулировки;
- определение качества экспертной информации и выбор оптимальных моделей ЛП на основе расчётов характеристик согласованности экспертной информации.

Первая из перечисленных подзадач рассмотрена в [8-10], выделены существенно влияющие на параметры технологической настройки факторы, такие как урожайность, влажность, засоренность и соломистость хлебной массы, представлено их лингвистическое описание, включая показатели согласованности и выбор оптимальных моделей.

Вторая подзадача значительно шире, поскольку количество регулируемых параметров комбайна велико, на долю важнейших из них приходится порядка 70% влияния на показатели качества уборки, к таким параметрам относятся скорость движения комбайна, частота

вращения молотильного барабана и частота вращения крыла вентилятора очистки [10–12]. Лингвистическое описание первых двух параметров представлено в [13, 14]. В настоящей работе рассмотрена задача лингвистического описания одного из важнейших параметров – частоты вращения крыла вентилятора очистки (ЧВКВО).

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе определим лингвистическую шкалу. На основе анализа предметной области и практического опыта в [15] показано, что пределы изменения рассматриваемого параметра при уборке различных культур отличаются. Например, при уборке овса ЧВКВО изменяется в пределах [500; 700] оборотов вала в минуту, при уборке ячменя – [550; 800], при уборке пшеницы – [600; 940].

Следующей важной задачей является выбор количества термов ЛП. С одной стороны, число термов не может быть большим, поскольку оно ограничено точностью измерения данного параметра, а с другой стороны, число термов должно быть достаточным для выявления взаимосвязей результирующего параметра с факторами внешней среды. Для выбора оптимального числа термов модели в качестве критерия целесообразно использовать показатели общей и парной согласованности [16].

Согласованность множества моделей экспертного оценивания признака в целом определяется аддитивным k_a и мультипликативным k_m показателями согласованности [17, 18]:

$$k_a = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \frac{\int_0^1 \frac{\min_{\forall i=1,2,\dots,k} \mu_{il}(x) dx}{1}}{\int_0^1 \frac{\max_{\forall i=1,2,\dots,k} \mu_{il}(x) dx}{1}}, \quad (1)$$

$$k_m = \sqrt[m]{\prod_{l=1}^m \frac{\int_0^1 \frac{\min_{\forall i=1,2,\dots,k} \mu_{il}(x) dx}{1}}{\int_0^1 \frac{\max_{\forall i=1,2,\dots,k} \mu_{il}(x) dx}{1}}},$$

где $l = 1, 2, \dots, m$ – номер терма, $i = 1, 2, \dots, k$ – номер эксперта, $\mu_{il}(x)$ – ФП, которую задал i – ый эксперт для l – го терма.

Согласованность моделей попарно определяется показателями различия d_{ij}^l и парной согласованности k_{ij}^l . Показатель различия d_{ij}^l (линейное расстояние Хемминга) между нечеткими множествами с ФП $\mu_{il}(x)$ и $\mu_{jl}(x)$ и показатель парной согласованности k_{ij}^l определяются формулами [18, 19]:

$$d_{ij}^l = \int_0^1 |\mu_{il}(x) - \mu_{jl}(x)| dx,$$

$$k_{ij}^l = \frac{\int_0^1 \min[\mu_{il}(x), \mu_{jl}(x)] dx}{\int_0^1 \max[\mu_{il}(x), \mu_{jl}(x)] dx}. \quad (2)$$

Значения d_{ij}^l образуют матрицу D^l индексов нечёткости, а значения k_{ij}^l образуют матрицу K^l парной согласованности для l -го терма.

На основе матриц индексов нечёткости и парной согласованности моделей для каждого из термов находятся матрица D_m индексов нечёткости и матрица K_m согласованности моделей по всем термам, элементы этих матриц определяются формулами [18]:

$$d_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m d_{ij}^l, \quad k_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m k_{ij}^l, \quad (3)$$

где m – число термов.

В качестве альтернативного подхода для выбора оптимальной по количеству термов модели также используется метод минимизации средневзвешенного квадратического отклонения F_m параметров, оцениваемых экспертами, от усредненных значений этих параметров:

$$F_m = \sum_{l=1}^m \sum_{i=1}^k \omega_i \sum_{j=1}^4 (a_j^{il} - a_j^l)^2 \rightarrow \min, \quad (4)$$

где a_1^{il} и a_2^{il} – границы толерантности нечёткого числа $\mu_{il}(x)$, a_3^{il} и a_4^{il} – его левый и правый коэффициенты нечёткости соответственно, a_j^l – их усреднённые значения, ω_i – весовые коэффициенты экспертов.

При заданных весовых коэффициентах и постоянном количестве и составе экспертов величина F_m (4) зависит только от числа термов модели. Оптимальным числом термов будет такое, для которого F_m примет наименьшее значение. Как показано в [18, 20] результаты выбора оптимального количества термов при таком подходе и на основе анализа показателей согласованности при использовании одинаковых весовых коэффициентов совпадают, различия могут наблюдаться в случае различных весов. В данном исследовании весовые коэффициенты примем одинаковыми.

В результате экспертного анализа предложены 3 модели для ЛП ЧВКВО: 5-и, 6-и и 7-и термовые. Приведём эти модели для случаев уборки ячменя и пшеницы, как наиболее распространённых культур.

Кортеж ЛП «ЧВКВО_Я» (для ячменя) имеет вид:

для 5-и термовой модели:

<ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КРЫЛАЧА ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ_Я (ячмень), мин⁻¹ {Низкая, Ниже средней, Средняя, Выше средней, Высокая}, [550...800], >
ЧВКВО_Я = {Н, НС, С, ВС, В мин⁻¹};

для 6-и термовой модели:

<ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КРЫЛАЧА ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ_Я (ячмень), мин⁻¹ {Низкая, Ниже средней, Средняя, Выше средней, Высокая, Очень высокая}, [550...800], >
ЧВКВО_Я = {Н, НС, С, ВС, В, ОВ мин⁻¹};

для 7-и термовой модели:

<ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КРЫЛАЧА ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ_Я (ячмень), мин⁻¹ {Очень Низкая, Низкая, Ниже средней, Средняя, Выше средней, Высокая, Очень высокая}, [550...800], >
ЧВКВО_Я = {ОН, Н, НС, С, ВС, В, ОВ мин⁻¹}.

Кортеж ЛП «ЧВКВО_П» (для пшеницы) имеет вид:

для 5-и термовой модели:

<ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КРЫЛАЧА ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ_П (пшеница), мин⁻¹ {Низкая, Ниже средней, Средняя, Выше средней, Высокая}, [600...940], >
ЧВКВО_П = {Н, НС, С, ВС, В об/мин};

для 6-и термовой модели:

<ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КРЫЛАЧА ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ_П (пшеница), мин⁻¹ {Низкая, Ниже средней, Средняя, Выше средней, Высокая, Очень высокая}, [600...940], >
ЧВКВО_Я = {Н, НС, С, ВС, В, ОВ мин⁻¹};

для 7-и термовой модели:

<ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КРЫЛАЧА ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ_П (пшеница), мин⁻¹ {Очень Низкая, Низкая, Ниже средней, Средняя, Выше средней, Высокая, Очень высокая}, [600...940], >
ЧВКВО_П = {ОН, Н, НС, С, ВС, В, ОВ мин⁻¹}.

Для построения ФП использованы стандартные функции треугольного вида для центральных термов:

$$\mu(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } a < x < b; \\ \frac{c-x}{c-b}, & \text{если } b \leq x < c; \\ 0, & \text{если } x > c \end{cases}$$

и трапецидальные для крайних термов:

$$\mu(x, a, b) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \leq a; \\ \frac{b-x}{b-a}, & \text{если } a < x < b; \\ 0, & \text{если } x \geq b. \end{cases}$$

$$\mu(x, a, b) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } a < x < b; \\ 1, & \text{если } x \geq b. \end{cases}$$

Оценки параметров ФП лингвистической переменной ЧВКВО моделей были даны четырьмя экспертами. В таблицах 1-3 приведены данные экспертного оценивания параметров для рассматриваемых случаев уборки пшеницы и ячменя. Для иллюстрации на рис. 1 приведены графики ФП лингвистической переменной ЧВКВО Я, заданные 1-м экспертом.

Для вычисления характеристик согласованности (1) - (3) представленных моделей использован программный комплекс [21]. Результаты вычислений приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 1 - Значения коэффициентов a, b, c, d для ФП лингвистической переменной «ЧВКВО» (5-и термовая модель), заданные экспертами

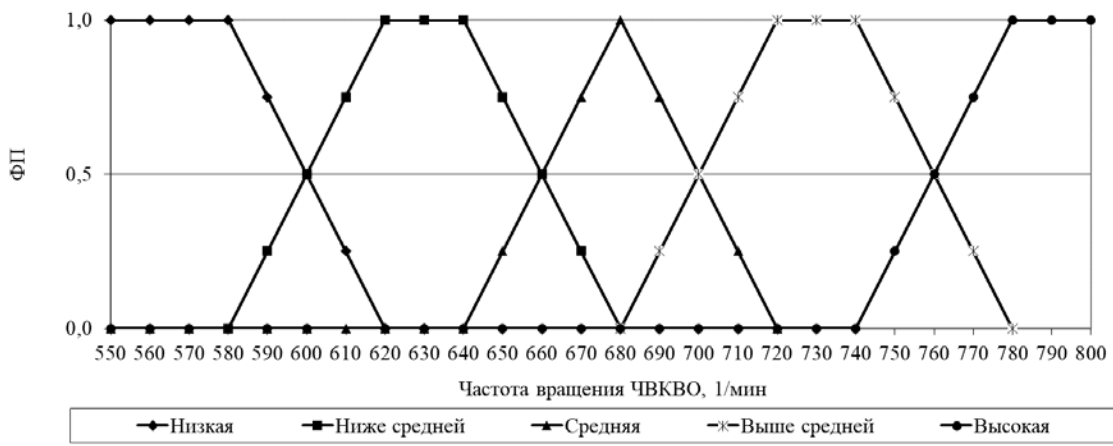
Терм	Параметр	Ячмень				Пшеница			
		Номер эксперта							
		1	2	3	4	1	2	3	4
Левый	a	580	580	580	580	640	640	650	650
	b	620	620	630	620	690	690	700	700
Центр 1	a	580	580	580	580	640	640	650	650
	b	680	680	680	680	750	750	760	760
	c	620	620	630	620	690	690	700	700
	d	640	640	640	640	700	700	720	720
Центр 2	a	640	640	640	640	700	700	720	720
	b	720	720	740	740	810	810	820	810
	c	680	680	680	680	750	750	760	760
	d	680	680	680	680	760	760	780	760
Центр 3	a	680	680	680	680	760	760	780	760
	b	780	780	780	770	900	900	900	900
	c	720	720	740	740	810	810	830	810
	d	740	720	750	740	830	820	850	840
Правый	a	740	720	750	740	830	830	850	840
	b	780	780	780	770	900	900	900	900

Таблица 2 - Значения коэффициентов a, b, c, d для ФП лингвистической переменной «ЧВКВО» (6-и термовая модель), заданные экспертами

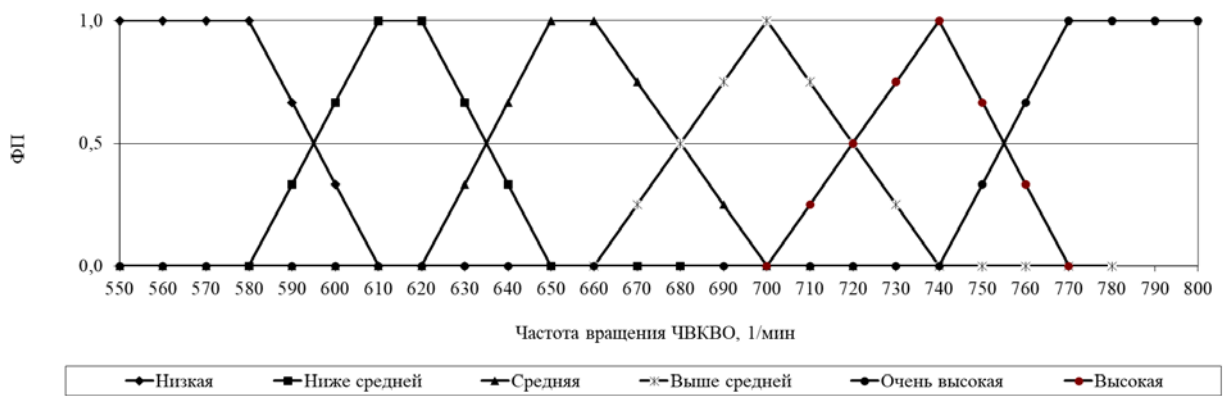
Терм	Параметр	Ячмень				Пшеница			
		Номер эксперта							
		1	2	3	4	1	2	3	4
Левый	a	580	580	580	580	630	630	630	630
	b	610	610	610	610	670	660	660	660
Центр 1	a	580	580	580	580	630	630	630	630
	b	650	650	650	650	730	720	720	730
	c	610	610	610	610	670	660	660	660
	d	620	620	620	620	680	670	670	680
Центр 2	a	620	620	620	620	680	670	670	680
	b	700	700	690	690	780	780	780	780
	c	650	650	650	650	730	720	720	730
	d	660	660	650	660	740	730	730	740
Центр 3	a	660	660	650	660	740	730	730	740
	b	740	740	740	730	830	830	830	830
	c	700	700	690	690	780	790	780	780
	d	700	710	710	700	790	790	800	790
Центр 4	a	700	710	710	700	780	790	800	790
	b	770	770	770	770	890	890	890	890
	c	740	740	740	730	830	830	830	830
	d	740	750	740	740	850	850	850	840
Правый	a	740	750	740	740	850	850	850	840
	b	770	770	770	770	890	890	890	890

Таблица 3 - Значения коэффициентов a, b, c, d для ФП лингвистической переменной «ЧВКВО» (7-и термовая модель), заданные экспертами

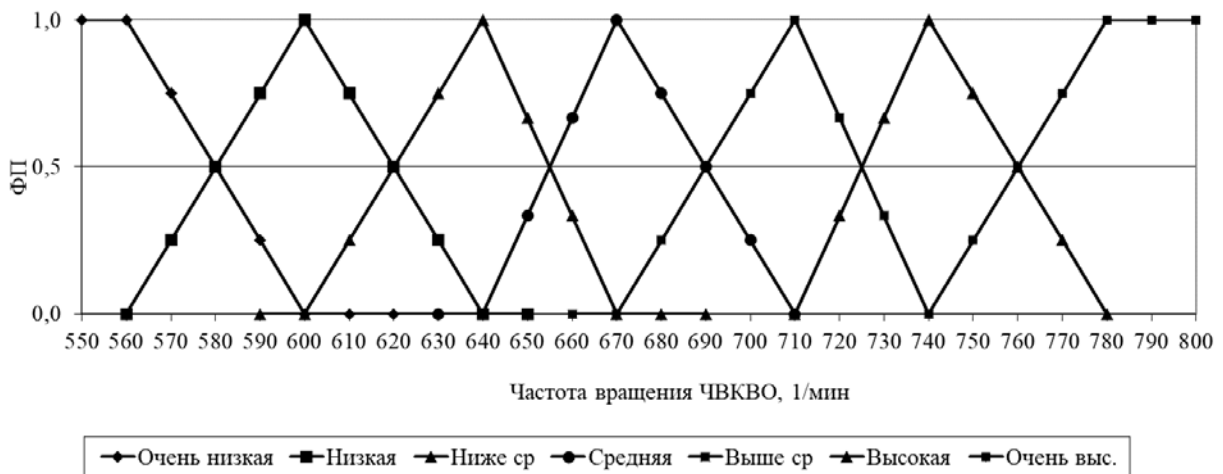
Терм	Параметр	Ячмень				Пшеница			
		Номер эксперта							
		1	2	3	4	1	2	3	4
Левый	a	570	570	570	570	620	620	620	620
	b	590	600	600	590	650	660	660	660
Центр 1	a	570	570	570	570	620	620	620	620
	b	640	640	640	640	700	720	720	720
	c	590	600	600	590	650	660	660	660
	d	610	600	600	610	660	670	670	670
Центр 2	a	610	600	600	610	660	670	670	670
	b	670	670	670	670	760	780	780	780
	c	640	640	640	640	700	720	720	720
	d	640	640	640	640	720	730	720	740
Центр 3	a	640	640	640	640	720	730	720	740
	b	710	710	710	710	820	820	820	820
	c	670	670	670	670	760	780	780	780
	d	680	670	680	670	770	780	780	780
Центр 4	a	680	670	680	670	770	780	780	780
	b	740	740	740	740	880	880	880	880
	c	710	710	710	710	820	820	820	820
	d	710	710	710	710	830	830	840	840
Центр 5	a	710	710	710	710	830	830	840	840
	b	780	780	780	780	920	920	920	920
	c	740	740	740	740	880	880	880	880
	d	750	740	750	740	880	880	880	890
Правый	a	750	740	750	740	880	880	880	890
	b	780	780	780	780	920	920	920	920



а)



б)



в)

Рис. 1. Графики ФП лингвистической переменной ЧВКВО-Я, заданные 1-м экспертом: а) 5-й термовая модель; б) 6-й термовая модель; в) 7-й термовая модель

Таблица 4 - Матрицы парной согласованности K и индексов нечёткости D по всем термам и показатели общей согласованности лингвистической переменной «ЧВКВО_Я»

Кол-во термов	K				D				k_a	k_m
5	1	0,927	0,854	0,888	0	0,045	0,082	0,059	0,784	0,774
	0,927	1	0,797	0,873	0,045	0	0,12	0,067		
	0,854	0,797	1	0,884	0,082	0,12	0	0,067		
	0,888	0,873	0,884	1	0,059	0,067	0,067	0		
6	1	0,921	0,894	0,924	0	0,047	0,061	0,041	0,828	0,815
	0,921	1	0,89	0,857	0,047	0	0,065	0,088		
	0,894	0,89	1	0,892	0,061	0,065	0	0,062		
	0,924	0,857	0,892	1	0,041	0,088	0,062	0		
7	1	0,853	0,927	0,926	0	0,087	0,045	0,043	0,853	0,853
	0,853	1	0,926	0,927	0,087	0	0,043	0,045		
	0,927	0,926	1	0,853	0,045	0,043	0	0,087		
	0,926	0,927	0,853	1	0,043	0,045	0,087	0		

Таблица 5 - Матрицы парной согласованности K и индексов нечёткости D по всем термам и показатели общей согласованности лингвистической переменной «ЧВКВО_П»

Кол-во термов	K				D				k_a	k_m
5	1	1	0,726	0,832	0	0	0,177	0,101	0,726	0,716
	1	1	0,726	0,832	0	0	0,177	0,101		
	0,726	0,726	1	0,869	0,177	0,177	0	0,076		
	0,832	0,832	0,869	1	0,101	0,101	0,076	0		
6	1	0,86	0,696	0,747	0	0,084	0,198	0,16	0,654	0,643
	0,86	1	0,745	0,8	0,084	0	0,172	0,129		
	0,696	0,745	1	0,91	0,198	0,172	0	0,051		
	0,747	0,8	0,91	1	0,16	0,129	0,051	0		
7	1	0,82	0,812	0,746	0	0,109	0,109	0,151	0,746	0,735
	0,82	1	0,946	0,915	0,109	0	0,026	0,042		
	0,812	0,946	1	0,916	0,109	0,026	0	0,042		
	0,746	0,915	0,916	1	0,151	0,042	0,042	0		

Анализ полученных характеристик согласованности показал, что экспертная информация имеет достаточную степень согласованности, что позволит использовать ее на этапе нечеткого логического вывода интеллектуальной системы для технологической настройки комбайна. Наиболее согласованной является 7-и термовая модель лингвистической переменной ЧВКВО, как в случае уборки ячменя, так и в случае уборки пшеницы. Отметим также, что наличие в оптимальной модели достаточного количества термов весьма полезно при построении правил нечеткой продукции.

Заключение. В результате проведенных исследований получено полное лингвистическое описание важного параметра технологической настройки комбайна - частоты вращения крыла вентилятора очистки. На основании анализа согласованности экспертной информации выбрана оптимальная модель соответствующей лингвистической переменной. Полученные результаты предназначены для расширения подсистемы блока приобретения и корректировки знаний интеллектуальной системы [5]. Использование исследовательского прототипа такой системы в полевых условиях позволяет успешно решать задачи технологической настройки комбайна операторам различной квалификации, снижает время регулировки в 2-4 раза по сравнению с традиционными методами, повышает сменную производительность на 10-12%.

Библиография

1. Zadeh L. Knowledge representation in fuzzy logic // An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, The Springer International Series in Engineering and Computer Science. New York: Springer, 1992. vol. 165. P. 1 – 27.

2. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф. и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/ Под ред. Д.А. Пospelova.- М.: Наука, 1986.- 312 с.
3. Димитров В.П., Борисова Л.В. Особенности моделирования процесса принятия решений при технологической регулировке машин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 4. С. 2-4.
4. Borisova L.V., Nurutdinova I.N., Dimitrov V.P. Approach to the problem of choice of values of the adjustable parameters harvester based on fuzzy modeling // Вестник Донского государственного технического университета. – 2015.– Т. 15.– № 2 (81).– С. 100-107.
5. Borisova L., Dimitrov V., Nurutdinova I. Intelligent system for technological adjustment of the harvesting machines parameters // Advances of Intelligent Systems and Computing, 2018, vol. 680, P. 96-105.
6. Димитров В.П., Борисова Л.В. Совершенствование информационной службы по использованию комбайнов// Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 4. С. 25-28.
7. Borisova L., Dimitrov V., Nurutdinova I. Algorithm for Assessing Quality of Fuzzy Expert Information // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2017), Novi Sad, Serbia, September 27 - October 2, 2017, P. 319-322.
8. Борисова Л.В., Димитров В.П., Нурутдинова И.Н. О методике представления нечётких экспертных знаний // Вестник Донского государственного технического университета. 2014. Т. 14. № 4 (79). С. 93-102.
9. V. Dimitrov, L. Borisova, I. Nurutdinova, Modelling of Fuzzy Expert Information in the Problem of a Machine Technological Adjustment, MATEC Web of conference DTS-2017, **132**, 04009 (2017)
10. Борисова Л.В., Димитров В.П. Лингвистический подход к решению задачи технологической регулировки комбайнов // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 2. С. 181-193.
11. Рыбалко А.Г. Особенности уборки высокоурожайных зерновых культур: учеб. пособие. М.: Агропромиздат, 1988, 118 с.
12. Ерохин С.Н., Решетов А.С. Влияние технологических регулировок на потери зерна за молотилкой комбайна Дон-1500. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. №6. С. 18 – 19.
13. Димитров В.П., Борисова Л.В., Нурутдинова И.Н. О методике дефазсификации нечёткой экспертной информации // Вестник Донского государственного технического университета. 2010. Т. 10, № 6 (49). С. 868-878.
14. Borisova L.V., Nurutdinova I.N., Dimitrov V.P. Fuzzy Logic Inference of Technological Parameters of the Combine-Harvester, WSEAS TRANSACTION on SYSTEMS. – 2015. – V.14., pp. 278-285.
15. Димитров В.П., Борисова Л.В., Тугенгольд А.К., Нурутдинова И.Н. Технологическая настройка сельскохозяйственных машин на основе нечёткой логики // Вестник мордовского университета, 2018, Т. 28, №2, 239–254.
16. Димитров В.П., Борисова Л.В., Нурутдинова И.Н. О критериях выбора оптимального числа термов лингвистической переменной // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Сборник статей 4-й международной научно-практической конференции в рамках 14-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2011» – 2011. – С. 222-226.
17. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьев Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989. – 394 с.
18. Димитров В.П., Борисова Л.В., Нурутдинова И.Н. О методике фазсификации нечёткой экспертной информации // Вестник Донского государственного технического университета. – 2012. – Т. 11. № 1-2 (62). – С. 46-50.
19. Кофман Л. Введение в теорию нечётких множеств. Перевод с франц. М.: Радио и связь, 1982.- 432 с.
20. Борисова Л.В., Димитров В.П., Нурутдинова И.Н. О методике представления нечётких экспертных знаний // Вестник Донского государственного технического университета. 2014. Т. 14. № 4 (79). С. 93-102.
21. Димитров В.П., Борисова Л.В., Нурутдинова И.Н., Богатырева Е.В., Программная система для ввода экспертных знаний // Вестник Донского государственного технического университета. 2011. Т. 11. № 1 (52). С. 83-90.

References

1. Zadeh L. Knowledge representation in fuzzy logic // An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, The Springer International Series in Engineering and Computer Science. New York: Springer, 1992. vol. 165. P. 1 – 27.
2. Averkin A. N., Batyrshin I. Z., Blishun A. F. and other. Under the editorship of D. A. Pospelov. Nechetkie mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta [Fuzzy sets in the models of management and artificial intelligence]. Nauka, Moscow, 1986, 312 p.
3. Dimitrov V.P., Borisova L.V. Osobennosti modelirovaniya processa prinyatiya reshenij pri tekhnologicheskoy regulirovke mashin. [Peculiarities of decision making modeling under machine technological regulation]. Mechanization and electrification agriculture. 2009, № 4, pp. 2-4.
4. Borisova L.V., Nurutdinova I.N., Dimitrov V.P. Approach to the problem of choice of values of the adjustable parameters harvester based on fuzzy modeling. Vestnik DGTU = Don State Technical University Bulletin. 2015. vol. 15, № 2 (81). pp. 100-107.
5. Borisova L., Dimitrov V., Nurutdinova I. Intelligent system for technological adjustment of the harvesting machines parameters // Advances of Intelligent Systems and Computing, 2018, vol. 680, P. 96-105.

6. Dimitrov V.P., Borisova L.V. Sovershenstvovanie informacionnoj sluzhby po ispol'zovaniyu kombajnov. [Improvement of information service on the use of combine harvesters]. *Tekhnika v sel'skom hozyajstve*. 2008. № 4. pp. 25-28.
7. Borisova L., Dimitrov V., Nurutdinova I. Algorithm for Assessing Quality of Fuzzy Expert Information // *Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2017)*, Novi Sad, Serbia, September 27 - October 2, 2017, pp. 319-322.
8. Borisova L.V. Dimitrov V.P., Nurutdinova I.N. O metodike predstavleniya nechyotkih ehkspertnyh znanij [On technique of fuzzy expert knowledge representation]. *Vestnik DGTU = Don State Technical University Bulletin*. 2014, vol. 14, № 4 (79), pp. 93-102.
9. V. Dimitrov, L. Borisova, I. Nurutdinova, Modelling of Fuzzy Expert Information in the Problem of a Machine Technological Adjustment, *MATEC Web of conference DTS-2017*, 132, 04009 (2017)
10. Borisova L.V., Dimitrov V.P. A linguistic approach to the solution of the problem of technological adjustment of combines. *Vestnik mordovskogo universiteta = Mordovia university bulletin*. 2017, vol. 27, №-2, pp. 181-193.
11. Rybalko A.G. Osobennosti uborki visokourojainih zernovih kultur [Some features of harvesting high-yield crops]. *Agropromizdat, Moscow*. 1988, 118 p.
12. Yerokhin S. N., Reshetov A. S. Vliyanie tekhnologicheskikh regulirovok na poteri zerna za molotilkoy kombajna Don-1500 [The influence of technological adjustments on grain losses for the Don-1500 harvester thresher]. *Mechanization and Electrification of Agriculture*, 2003, № 6, pp. 18–19.
13. Dimitrov V.P., Borisova L.V. Nurutdinova I.N. O metodike defazzifikacii nechyotkoj ehkspertnoj informacii [On defuzzification method in fuzzy expert information processing]. *Vestnik DGTU = Don State Technical University Bulletin*. 2010, vol. 10, №-6 (49), pp. 868-878.
14. Borisova L.V., Nurutdinova I.N., Dimitrov V.P. Fuzzy Logic Inference of Technological Parameters of the Combine-Harvester, *WSEAS TRANSACTION on SYSTEMS*. – 2015. – V.14., pp. 278-285.
15. Dimitrov V. P., Borisova L. V., Tugengold A. K., Nurutdinova I. N. Tekhnologicheskaya nastrojka sel'skohozyajstvennyh mashin na osnove nechyotkoj logiki [Technological adjustment of agricultural machines based on fuzzy logic], *Vestnik mordovskogo universiteta = Mordovia University Bulletin*. 2018, vol. 28, № 2, pp. 239–254.
16. Dimitrov, V.P., Borisova, L.V., Nurutdinova, I.N. O kriteriyah vybora optimal'nogo chisla termov lingvisticheskoy peremennoj [On the criteria for choosing the optimal number of terms of a linguistic variable]. In: *sbornik statej 4-j Mezhdunarodnoj yubilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii v ramkah 14-j Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki "Interargomash-2011» Sostoyanie i perspektivy razvitiya sel'skohozyajstvennogo mashinostroeniya*. Don State Technical University, Rostov-on-Don, 2017, pp. 222-226.
17. Borisov A.N., Alekseev A.V., Merkuriev G.V. and others. Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinyatiya reshenij [Processing of fuzzy data in the systems of decision-making]. *Radio I svyaz, Moscow*. 1989, 394 p.
18. Dimitrov, V.P., Borisova, L.V., Nurutdinova, I.N. O metodike fazzifikacii nechyotkoj ehkspertnoj informacii. [On the method of fuzzification of fuzzy expert information] *Vestnik DSTU=Don State Technical University Bulletin*. 2012, vol. 11, № 1-2 (62), pp. 46-50.
19. Kofman L. Vvedenie v teoriyu nechyotkih mnozhestv [Introduction in the theory of fuzzy sets]. *Radio I svyaz, Moscow*. 1982, 432 p.
20. Borisova L.V. Dimitrov V.P., Nurutdinova I.N. O metodike predstavleniya nechyotkih ehkspertnyh znanij [On technique of fuzzy expert knowledge representation]. *Vestnik DGTU = Don State Technical University Bulletin*. 2014, vol. 14, № 4(79), pp. 93-102.
21. Dimitrov, V.P., Borisova, L.V., Nurutdinova, I.N., Bogatyreva, E.V. Programmnyaya sistema dlya vvoda ekspertnih znaniy [Software system for inputting expert knowledge]. *Vestnik DSTU=Don State Technical University Bulletin*. 2011, vol. 11, № 1 (52), pp. 83–90.

Сведения об авторах

Димитров Валерий Петрович, доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник высшего образования Российской Федерации, декан факультета «Приборостроение и техническое регулирование» ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет, пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344000, тел. 8632381510, kaf-qm@donstu.ru

Борисова Людмила Викторовна, доктор технических наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заведующая кафедрой «Менеджмент и бизнес-процессы» ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет, пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344000, borisovalv09@mail.ru

Нурутдинова Инна Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры Прикладная математика ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет, пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344000, nurut.inna@yandex.ru

Information about authors

Dimitrov Valery P., Doctor of Engineering, professor, Honoured worker of the higher education of the Russian Federation, Dean of Tools Instrument engineering faculty, Don state technical university, 1 Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russia, 344000, tel. 8632381510, kaf-qm@donstu.ru

Borisova Liudmila V., the Doctor of Engineering, professor, the Honorary worker of higher education of the Russian Federation, Head of Management department business-processes, Don state technical university, 1 Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russia, 344000, borisovalv09@mail.ru

Nurutdinova Inna N., Candidate of Science in Physics and Maths, Associate professor, Associate professor of Department of Applied Mathematics, Don state technical university, 1 Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russia, 344000, nurut.inna@yandex.ru

УДК 636.085.62:636.087.23

А.С. Колесников

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Аннотация. Разработана обобщенная технологическая схема гранулирования свекловичного жома. Технологическая схема представлена в виде последовательно расположенного технологического оборудования. Согласно представленной схеме, предлагается смешивать высушенный и измельченный свекловичный жом, концентрированные корма, соломенную сечку и раствор мелассы и карбамидов. Полученную смесь необходимо пропускать через гранулятор для получения гранул различной формы. Применение гранулированного корма позволяет упростить процесс хранения и раздачи корма сельскохозяйственным животным и птице. Гранулирование свекловичного жома снижает процесс потери питательных веществ, содержащихся в жоме. Детально проработана и представлена конструктивная схема шнекового горизонтального смесителя, отличительной особенностью которого является возможность смешивать сыпучие и жидкие компоненты. Конструкция шнекового смесителя предусматривает возможность для контроля влажности готовой смеси. Для этой цели по периметру корпуса смесителя установлены специальные форсунки. Предлагаемый смеситель может быть использован в качестве транспортера материала. Применение шнекового смесителя позволит улучшить качество смешивания свекловичного жома и концентрированных кормов, а также обеспечит необходимую влажность и пористость готовой смеси для дальнейшего смешивания с остальными компонентами уже в корпусе гранулятора. Представлены методики расчета основных параметров шнекового смесителя – мощность на приводном валу и пористость материала. Представлены результаты теоретических исследований в области смешивания различных компонентов. По результатам теоретических исследований построен график зависимости изменения пористости материала от давления, возникающего в процессе смешивания. Внедрение технологии гранулирования свекловичного жома позволит обеспечить безотходность переработки сахарной свеклы, а также повысить срок хранения и облегчить условия транспортировки готовой продукции.

Ключевые слова: свекловичный жом, гранулированный жом, концентрированные корма, соломенная сечка, раствор мелассы и карбамидов, гранулятор, шнековый смеситель.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF GRANULING OF SUGAR BEET PULP

Abstract. A generalized technological scheme for granulation of beet pulp is developed. The technological scheme is presented in the form of sequentially located technological equipment. According to the presented scheme, it is proposed to mix dried and shredded beet pulp, concentrated feed, strawchip and molasses and carbamide solution. The resulting mixture must be passed through a granulator to obtain granules of various shapes. The use of granulated fodder makes it easier to store and distribute food to agricultural animals and poultry. Granulation of beet pulp reduces the process of loss of nutrients contained in pulp. A detailed design of a screw-type horizontal mixer has been worked out in detail and a distinctive feature of which is the ability to mix free-flowing and liquid components. The design of the screw mixer provides the ability to control the moisture content of the finished mixture. For this purpose, special nozzles are installed around the perimeter of the mixer body. The proposed mixer can be used as a material conveyor. The use of a screw mixer will improve the quality of mixing beet pulp and concentrated feed, as well as provide the necessary moisture and porosity of the finished mixture for further mixing with the remaining components already in the pellet body. The methods for calculating the basic design parameters of the screw mixer are presented - power on the drive shaft and the porosity of the material. The results of theoretical studies in the field of mixing of various components are presented. Based on the results of theoretical studies, a graph of the dependence of the change in the porosity of the material on the pressure arising during the mixing process is constructed. The introduction of granulation technology for beet pulp will allow to ensure the non-waste processing of sugar beet, as well as to increase shelf life and facilitate the transportation of finished products.

Keywords: sugar beet pulp, granulated pulp, concentrated feed, strawchip, molasses and carbamide solution, granulator, screw mixer.

Важнейшим условием высокоэффективного развития животноводства является создание прочной кормовой базы, обеспечение растущего поголовья скота и птицы полноценными кормами, сбалансированными по протеину и другим питательным веществам.

Основная задача кормопроизводства на нынешнем этапе развития сельского хозяйства – резкое увеличение качества кормов, ликвидация дефицита белка в рационах, из-за которого происходит большой перерасход кормовых ресурсов. Однако кардинального, комплексного решения проблема кормопроизводства на данный момент не получила. Не решена проблема белка. Слабо развита комбикормовая промышленность. Все это говорит о необходимости

крупных мер по организации производства кормов, созданию, по существу, современной индустрии кормопроизводства.

Решающим условием дальнейшего развития животноводства является значительное увеличение производства всех видов кормов, коренное улучшение их качества и на этой основе организация бесперебойного снабжения скота полнорационными кормами, получение наибольшего количества продукции при наименьших затратах кормов и труда.

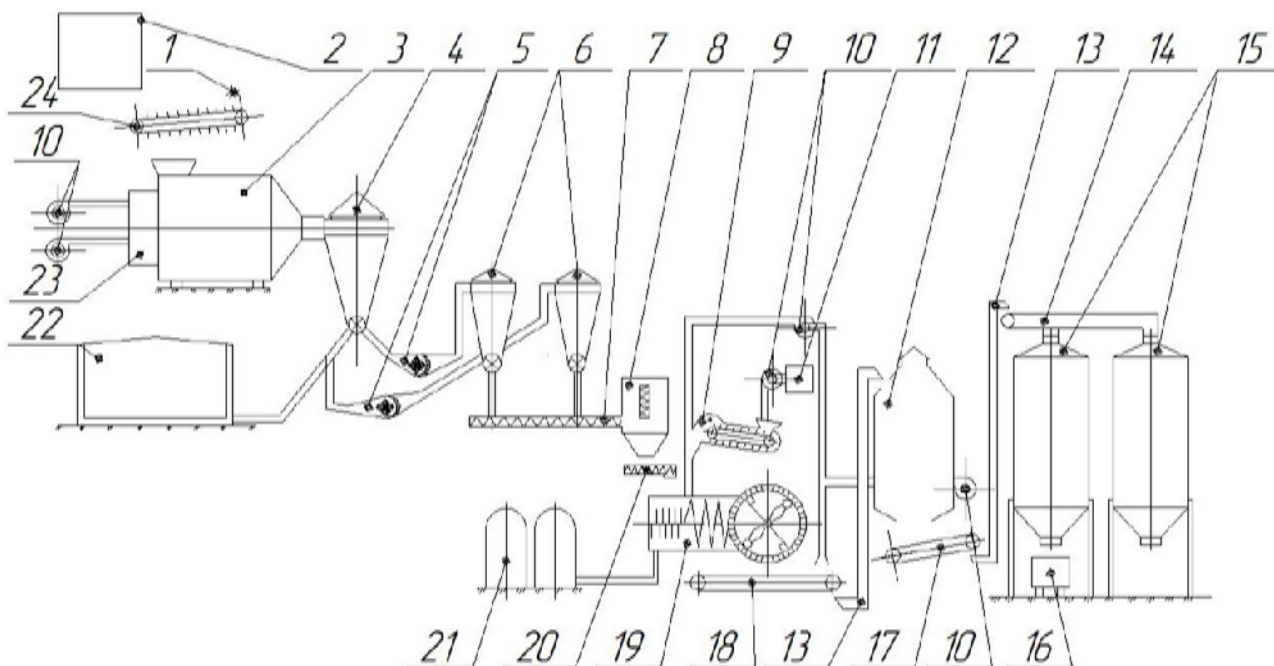
Решением задачи, обеспечения животноводства кормами, может быть использование отходов переработки сахарной свеклы. При переработке сахарной свеклы отходами производства считаются: свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок, рафинадная патока, свекловичный бой, хвостики свеклы и др. Свекловичный жом обладает высокой кормовой ценностью. В сухих веществах жома содержится до 50 % пектиновых веществ, около 47 % целлюлозы и гемицеллюлоз, 2 % белка, 1 % золы; в воде имеются сахар, органические кислоты, витамины и микроэлементы [1].

Однако свекловичный жом в сыром виде хранится непродолжительное время. Поэтому для увеличения срока хранения готового продукта необходимо свекловичный жом сушить с последующим гранулированием. Кроме того, процесс гранулирования снижает потери питательных веществ при хранении и транспортировке жома.

Также свекловичный жом может снизить дефицит белка в рационе животных и птицы, так как из него можно получать различные белоксодержащие вещества, такие как растительно-белковый витаминный концентрат, пектин, кормовые дрожжи [2].

Преимущества использования гранулированного жома позволяют расширить его применение в кормопроизводстве. Большое содержание углеводов позволяет считать его основным продуктом в рационе сельскохозяйственных животных. Использование жома в значительной степени повышает рентабельность производства говядины на 17...25%, а свинины – 40% [3].

На основании анализа различных технологий, мы составили обобщенную технологическую схему гранулирования свекловичного жома с применением дополнительных материалов. Технологическую схему гранулирования свекловичного жома представим на рисунке 1. Данная технологическая схема осуществляется следующим образом. Сырой свекловичный жом из диффузионного аппарата сахарного завода 2 направляется по наклонному транспортеру 24, который подает его определенным слоем в сушильный барабан сушилки 3. Толщина поступающего жома регулируется биттером 1. В сушилке, состоящей из теплогенератора 23, сушильного барабана 3 и вентиляторов 10 обеспечивающих горение топлива в теплогенераторе 23 происходит высушивание материала до влажности 50-60%. Если не предусмотрена дальнейшая переработка жома, то жом направляют в жомовую траншею 22 для хранения. Жом высушивают в сушилке до влажности 14...18 %, а потом через охладитель 4 направляют в молотковые дробилки 5. Где происходит измельчение высушенного жома до образования из него муки. Далее через циклон-охладитель 6 и шнек 7 мука поступает в бункер 8, где происходит смешивание муки и концентрированных кормов. Смесь жомовой муки и концентрированных кормов по шнек 20 попадает в гранулятор 19, одновременно с этим в гранулятор добавляют соломенную сечку и растворы мелассы и карбамидов. Соломенная сечка из бункера 11 вентилятором 10 через транспортер-дозатор 9 попадает в гранулятор. Растворы мелассы и карбамидов из емкостей 21 по системе трубопроводов направляются в гранулятор. В грануляторе происходит смешивание всех компонентов, и за счет прессования получают гранулы, которые транспортером 18 направляются в норию 13. Нория 13 подает гранулы в сушилку, где происходит высушивание гранул до влажности 14...18 %. Высушенные гранулы выгрузным транспортером 17 по нории 13 распределяются распределительным рукавом 14 в емкости для хранения 15. В дальнейшем гранулы транспортным средством 16 доставляются к месту хранения [4, 5, 6].



1 – биттер; 2 – диффузионный аппарат сахарного завода; 3 – сушильный барабан; 4 – циклон-охладитель высушенной массы; 5 – молотковые дробилки; 6 – циклон-охладитель муки; 7 – шнек муки; 8 – бункер для концентрированных кормов; 9 – транспортер-дозатор соломенной сечки; 10 – вентилятор; 11 – бункер соломенной сечки; 12 – сушилка гранул; 13 – нория; 14 – распределительный рукав; 15 – емкость для хранения; 16 – транспортное средство; 17 – выгрузной транспортер; 18 – транспортер; 19 – гранулятор; 20 – шнековый смеситель муки и концентрированных кормов; 21 – емкости для мелассы и карбамидов; 22 – силосная траншея; 23 – теплогенератор; 24 – наклонный транспортер

Рис. 1. Технологическая схема гранулирования свекловичного жома

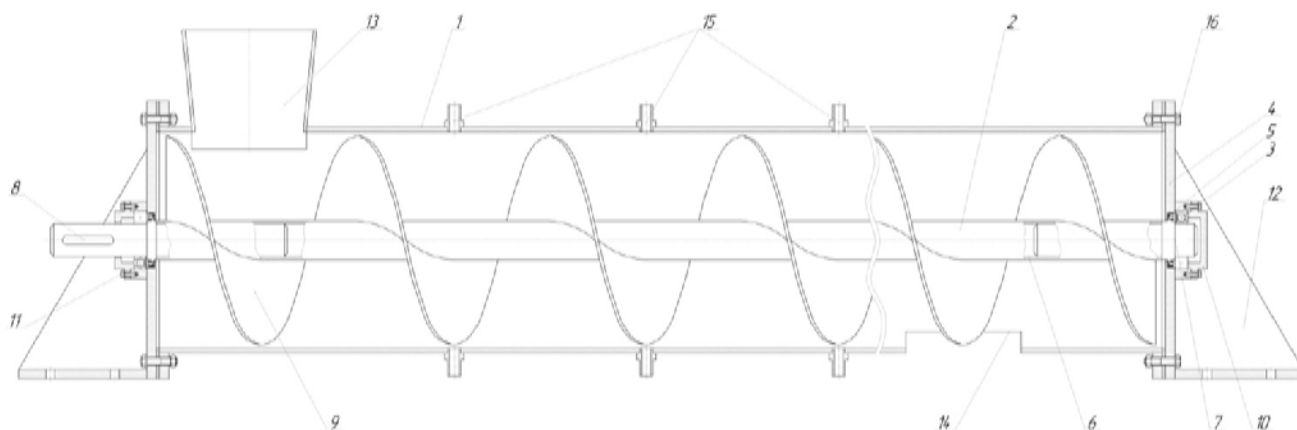
Проведя анализ существующей технологии (рисунок 1), мы пришли к выводу, что на качество гранулированного жома большое значение оказывает предварительная подготовка исходного сырья, а именно процесс смешивания муки из свекловичного жома и концентрированных кормов. Основным фактором, влияющим на дальнейший процесс гранулирования, является пористость смеси муки и концентрированных кормов. Необходимую пористость можно обеспечить только в процессе смешивания. Немало важным фактором является влажность готовой смеси, поэтому необходимо в процессе смешивания предусмотреть возможность контролировать этот параметр. Таким образом, необходимо разработать конструкцию смесителя для сыпучих и влажных материалов, который позволит получить готовую смесь с заданными параметрами влажности и пористости материала.

Данным требованиям, на наш взгляд, соответствуют шнековые смесители. Шнековые горизонтальные смесители непрерывного действия применяют для смешивания всех видов сухих и влажных компонентов. В процессе смешивания компоненты кормов в таком виде смесителей непрерывно загружаются в приемный бункер, интенсивно перемешиваются вращающимся внутри корытообразного цилиндрического корпуса шнеком или валом с лопастями, которые расположены по винтовой линии. При этом следует отметить, что слои корма, перемешиваясь один относительно другого с различными окружными скоростями, проталкиваются к разгрузочному окну.

Шнековый смеситель имеет достаточно простое устройство. Предлагаемый смеситель (рисунок 2) состоит из корпуса 1, выполненного в виде цилиндрической трубы, в котором смонтирован шнек 2. Шнек вращается на радиальных шариковых подшипниках 3. Привод смесителя осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, двухступенчатый цилиндрический редуктор и предохранительную муфту. Шариковые подшипники устанавливаются в специальные опоры 4. Для предотвращения попадания приготовленной смеси в подшипниковый узел в его конструкции предусмотрена защитная манжета 5. Вал шнека представляет собой трубу 6, на конце которой установлено два хвостовика 7, 8, при

чем левый хвостовик 8 имеет шпоночный паз для крепления полумуфты. Навивка 9 шнека выполнена в виде спирали, которая крепится к валу шнека при помощи сварки. С наружной стороны подшипниковый узел защищен крышкой 10 для исключения возможности попадания туда пыли, влаги или других предметов, которые могут вывести подшипник из строя. Крышки крепятся к опорам с помощью болтов 11. Для предотвращения самопроизвольного откручивания под болты установлены специальные стопорные шайбы. Для обеспечения необходимой прочности и жесткости к опорам приварены специальные ребра жесткости 12. В верхней части шнекового смесителя имеется загрузочное устройство 13, которое так же крепится с помощью сварки. Выгрузка осуществляется через выгрузное окно 14 в конце шнека. Для подачи жидкого компонента смеси в корпусе имеются патрубки 15. Патрубки располагаются в передней части смесителя. Смеситель снабжен двенадцатью патрубками, которые приварены к корпусу. Корпус крепится к опорам с помощью болтового соединения 16, это сделано для того, что бы в случае забивания межшнекового пространства можно было разобрать смеситель и очистить его. При сборке смесителя необходимо заложить смазку в подшипниковые узлы в противном случае они быстро выйдут из строя. Для обслуживания данного смесителя потребуется простой набор инструментов и один оператор [7, 8, 9].

Принцип работы шнекового смесителя заключается в перемешивании измельченного высушенного свекловичного жома и концентрированных кормов. Шнековый смеситель работает следующим образом. Измельченный сухой жом и концентрированные корма непрерывно подаются в загрузочное устройство смесителя. Смесь жома и концентрированного корма будет подаваться в гранулятор для получения гранул, поэтому необходимо обеспечить определенную влажность смеси. Для этого в корпусе смесителя предусмотрены штуцеры для подачи воды. Ввод воды осуществляется в четырех взаимно перпендикулярных направлениях. Ввод воды происходит непосредственно в поток движения сухой смеси, что позволяет улучшить процесс смешивания и качество готовой смеси. В передней части смесителя происходит только предварительное перемешивание компонентов. За тот период, когда смесь дойдет до выгрузного окна процесс смешивания полностью произойдет и на выходе из смесителя мы имеем готовую смесь влажностью 30 %. Данный шнековый смеситель так же может исполнять роль транспортера, потому что он может направлять уже готовую смесь в гранулятор [10].



1 – корпус; 2 – шнек; 3 – радиальный шариковый подшипник; 4 – опора; 5 – защитная манжета; 6 – труба шнека; 7 – правый хвостовик шнека; 8 – левый хвостовик шнека; 9 – навивка; 10 – подшипниковая крышка; 11 – болтовое соединение; 12 – ребро жесткости; 13 – загрузочное устройство; 14 – выгрузное окно; 15 – патрубки для подачи жидкого компонента; 16 – болтовое соединение

Рис. 2. Шнековый смеситель

Основным энергетическим параметром шнекового смесителя является мощность на приводном валу шнека, поэтому целью теоретического исследования было определение этого параметра. Суммарная мощность на приводном валу складывается из мощности на преодоление сил инерции при загрузке, мощности, затрачиваемой на преодоление сил трения

смеси о кожух смесителя, а также мощности, затрачиваемой на подъем жома и на преодоление сил трения жома о винт шнека.

Осевая составляющая скорости смешивания:

$$V_{oc} = \frac{4 \cdot Q}{\gamma \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \psi \cdot C}, \quad (1)$$

где Q - производительность смесителя, кг/с;

D - диаметр желоба, мм;

d - диаметр вала, м;

γ - насыпная плотность материала, кг/м³;

ψ - коэффициент заполнения межвиткового пространства;

C - коэффициент просыпания жома через зазоры.

Угловая скорость вращения шнека смесителя:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot V_{oc}}{\rho_{ш}}, \quad (2)$$

где $\rho_{ш}$ - шаг шнека, м.

Мощность на преодоление сил инерции при загрузке:

$$N_1 = Q \cdot V_{oc}. \quad (3)$$

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения материала о кожух смесителя:

$$N_2 = F_{\kappa} \cdot V_{oc}, \quad (4)$$

где F_{κ} - сила трения материала на внутренней поверхности желоба.

Сила трения материала на внутренней поверхности желоба:

$$F_{\kappa} = f \cdot M \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi' \cdot g, \quad (5)$$

где M - масса жома в желобе, кг;

φ' - угол свободной поверхности, °;

g - ускорение свободного падения, м/с².

Масса жома в желобе:

$$M = \frac{Q \cdot L}{V_{oc}}. \quad (6)$$

Угол свободной поверхности:

$$\varphi' = \arctg(f \cdot \tg(\alpha + \rho)), \quad (7)$$

где f - коэффициент трения движения жома по стали;

α - угол подъема винтовой линии, °;

ρ - угол трения, °.

Угол подъема винтовой линии:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\rho_{ш}}{\pi \cdot D}\right). \quad (8)$$

Мощность, затрачиваемая на подъем материала и на преодоление сил трения материала о винт шнека

$$N_3 = \omega \cdot \left(Ft' \frac{0,75D}{2} + Ft'' \frac{D}{2} \right), \quad (9)$$

где Ft' - окружная сила, касательная к окружности и приложенная на радиусе $0,75D/2$ давления материала на винтовую поверхность шнека;

Ft'' - окружная сила на наружной кромке шнека.

Окружная сила, касательная к окружности и приложенная на радиусе $0,75D/2$ давления материала на винтовую поверхность шнека:

$$Ft' = M \cdot g (\sin \beta \cdot \tg(\alpha_0 + \rho) + \cos \beta \cdot \sin \varphi'), \quad (10)$$

где

$$\alpha_0 = \arctg \left(\frac{\rho_{ш}}{0,75D \cdot \pi} \right). \quad (11)$$

Окружная сила на наружной кромке шнека:

$$Ft'' = F_{\kappa} \cdot tg(\alpha + \rho). \quad (12)$$

Суммарная мощность на валу шнекового смесителя

$$N_B = K_0 \cdot (N_1 + N_2 + N_3) / \eta_{II}, \quad (13)$$

где K_0 - коэффициент учитывающий расход мощности на дробление;

η_{II} - КПД подшипников.

Основным технологическим параметром шнекового смесителя является пористость материала, поэтому целью теоретического исследования было построение графика изменения пористости материала в зависимости от давления, возникающего при смешивании компонентов в шнековом смесителе.

Для обработки результатов исследования использовалась теория объемно-вязкого течения пористых тел, согласно которой скорость уплотнения материала в процессе смешивания описывается уравнением:

$$\xi = \frac{df}{dt} = -P(1-f), \quad (14)$$

где f - пористость, %;

t - время, с;

P - давление, кПа;

ξ - коэффициент объемной вязкости, кПа.

Коэффициент объемной вязкости связан с пористостью соотношением:

$$\xi = \chi \frac{(1-f)^3}{(2+f)(3+f)}, \quad (15)$$

где χ - коэффициент сдвиговой вязкости.

После подстановки выражения (15) в уравнение (14) и интегрирования последнего получим зависимость значения пористости от давления и времени смешивания в виде:

$$\Phi_{z.n.}(f_0) - \Phi_{z.n.}(f) = P \int_0^t \frac{dt}{\chi}, \quad (16)$$

где $\Phi_{z.n.}(f) = \frac{1}{6} \ln f + \frac{16}{3} \ln(3+f) - \frac{9}{2} \ln(2+f)$;

f и f_0 - текущее и начальное значения пористости.

Для моделирования этих зависимостей были проведены исследования при оптимальном давлении смешивания (500 кПа) по уравнениям (14) и (15). Можно считать, что при давлении $P_0 = const$, коэффициент сдвиговой вязкости $\chi = const$, тогда

$$\frac{df}{dt} = -\frac{P_0}{\chi} \cdot \frac{f(2+f)(3+f)}{(1-f)^2}$$

или

$$\frac{df}{dt} = -\frac{P_0}{\chi} \cdot y,$$

где $y = \frac{f(2+f)(3+f)}{(1-f)^2}$ - нелинейная функция.

Введем масштабы построения

$$f = \frac{f_M}{m_f}; \quad y = \frac{y_M}{m_y}; \quad P = m_t P_M.$$

Тогда окончательно получим уравнение зависимости пористости материала от давления смешивания:

$$f_m = \frac{m_f}{P_m m_t m_y} \cdot \frac{P_0}{\chi} y_M. \quad (17)$$

На основании уравнения (17) был построен график изменения пористости материала в зависимости от давления смешивания (рисунок 3).

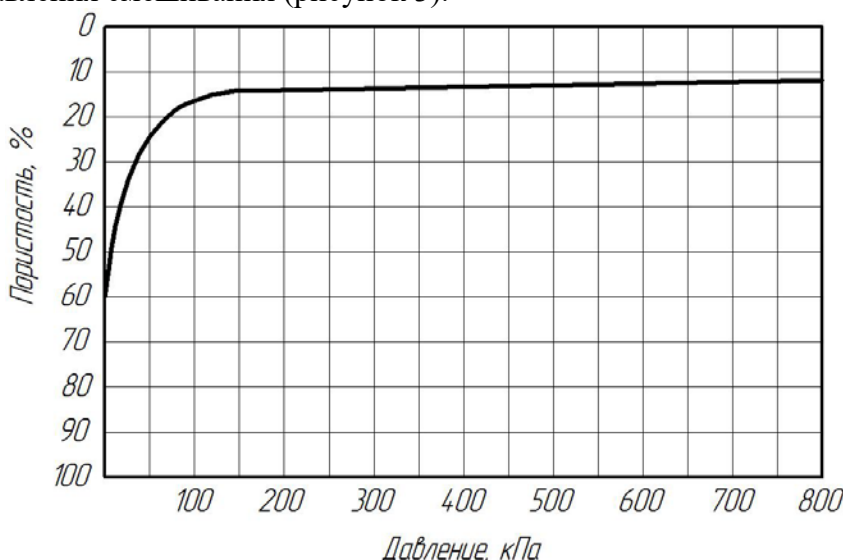


Рис. 3. Изменение пористости в зависимости от давления смешивания

На основании анализа диаграммы можно сделать заключение, что пористость материала изменяется интенсивно в первый период смешивания до 50 кПа. В этот период пористость материала уменьшается с 55 до 22 %. Затем она снижается менее интенсивно; при увеличении длительности смешивания и составляет при выходе из смесителя 12 – 14 %.

Внедрение технологии гранулирования свекловичного жома позволит обеспечить безотходность переработки сахарной свеклы, а также повысить срок хранения и облегчить условия транспортировки готовой продукции.

По результатам теоретических исследований разработаны методики определения основных конструктивно-технологических параметров шнекового горизонтального смесителя.

Библиография

1. Пономарев А.Ф., Рядинская А.А. Технология сахарного производства. Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2001. 264 с.
2. Производство сахарной свеклы по регионам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sugar.ru/node/16565>.
3. Использование свекловичного жома в кормовых рационах при откорме КРС в субъектах Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://old.mcх.ru/news/news/show/7335>.
4. Булавин С.А., Колесников А.С. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. №4. С. 3-8.
5. Булавин С.А., Казаков К.В., Колесников А.С. Безотходная энергосберегающая технология переработки свекловичного жома. // Сахар. 2011. №3. С. 36–38.
6. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Бионические основы разработки и конструирования эффективных шипов молотильно-сепарирующих устройств для кукурузы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 3 (15). С. 3-13.
7. Булавин С.А., Казаков К.В., Колесников А.С. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. №3. С. 28–29.
8. Булавин С.А., Любин В.Н., Казаков К.В., Колесников А.С. Безотходная энергосберегающая технология сушки свекловичного жома. // Белгородский агромир. 2004. №2. С. 35-37.

9. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Бережная И.Ш. Характеристика процесса и технических средств для гомогенизации молока. // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сборник научных статей, 25-27 марта 2015 г./ под. Общ. Ред. А.Т. Лебедева. Ставрополь: АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2015. С.164-168.

10. Булавин С.А., Казаков К.В., Колесников А.С. К вопросу теоретических основ смешивания жидких компонентов. // Бюллетень научных работ / БелГСХА. Белгород: Изд-во БелГСХА. 2006. №5. С. 146-149.

References

1. Ponomarev A.F., Ryadinskaya A.A. Technology of sugar production. Belgorod: Publishing house of the Belgorod State Agricultural Academy, 2001. 264 p.

2. Production of sugar beet by region [Electronic resource]. Access mode: <http://sugar.ru/node/16565>.

3. Use of beet pulp in feed rations for fattening cattle in the subjects of the Russian Federation [Electronic resource]. Access mode: <http://old.mcx.ru/news/news/show/7335>.

4. Bulavin S.A., Kolesnikov A.S. Waste-free energy-saving technology of drying and processing beet pulp // Innovations in agribusiness: problems and prospects. 2014. №4. p. 3-8.

5. Bulavin S.A, Kazakov K.V, Kolesnikov A.S Wasteless energy-saving technology for the processing of beet pulp. // Sugar. 2011. № 3. p. 36-38.

6. Bakharev D.N, Volvak SF Bionic bases for the development and design of effective thorns of threshing separating devices for maize // Innovations in agribusiness: problems and prospects. 2017. No. 3 (15). p. 3-13.

7. Bulavin S.A, Kazakov K.V, Kolesnikov A.S. Energy-saving technology for obtaining vegetable-protein vitamin concentrate from beet pulp. // Agricultural machines and technologies. 2011. № 3. p. 28-29.

8. Bulavin S.A, Lubin V.N, Kazakov K.V, Kolesnikov A.S Wasteless energy saving technology for drying beet pulp. // Belgorod agro-world. 2004. № 2. p. 35-37.

9. Pastukhov A.G, Sharaya O.A, Berezhnaya I.Sh. Characteristics of the process and technical means for homogenization of milk. // Actual problems of scientific and technical progress in agribusiness: a collection of scientific articles, March 25-27, 2015 / under. General. Ed. A.T. Lebedev. Stavropol: AGRUS of Stavropol State Agrarian University, 2015. p.164-168.

10. Bulavin S.A, Kazakov K.V, Kolesnikov A.S. To the question of the theoretical principles of mixing liquid components. // Bulletin of scientific works / BSAA. Belgorod: Publishing house of BSAA. 2006. № 5. p. 146-149.

Сведения об авторах

Колесников Александр Станиславович, 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. 8-908-783-88-92, e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru.

Information about authors

Kolesnikov Aleksandr Stanislavovich candidate of technical Sciences, associate Professor of Department of technical mechanics and construction machinery Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-908-783-88-92, e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru.

УДК 621.1.016

А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, С.Ю. Иконников

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ ОКСИДИРОВАНИЕМ

Аннотация. Оксидные покрытия, формируемые плазменным электролитическим оксидированием (ПЭО) на рабочих поверхностях деталей из алюминиевых сплавов, обладают высокими физико-механическими свойствами. Однако их использование в условиях граничного трения или трения без смазочного материала приводит к повышенному тепловыделению в зоне фрикционного контакта и, в отдельных случаях, к разрушению покрытия. Отсутствие числовых значений теплофизических характеристик покрытий данного типа затрудняет прогнозирование надежной работы соединений, содержащих детали с данными покрытиями. В связи с этим был проведен комплекс исследований, направленных на определение основных теплофизических характеристик покрытий, сформированных ПЭО. Оценка коэффициента теплопроводности λ покрытия, сформированного ПЭО, осуществлялась при монотонном одностороннем разогреве образца с оксидным покрытием на динамическом λ -калориметре, позволяющем с погрешностью не более 10% в интервале температур $-196...377^{\circ}\text{C}$ проводить измерения коэффициента теплопроводности материалов с $\lambda = 0,1...5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$. При оценке удельной теплоемкости покрытия, сформированного ПЭО, использовался сравнительный метод, реализуемый посредством динамического C – калориметра с тепломером и адиабатической оболочкой. Проведенными исследованиями было установлено, что коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость покрытий, сформированных ПЭО, зависят от температуры, при увеличении которой они также возрастают. При температуре 0°C значение коэффициента теплопроводности λ составляет $0,42 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$, а удельная теплоемкость $C = 800 \text{ Дж}/\text{кг}^{\circ}\text{C}$. При увеличении температуры до 250°C коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость покрытий также увеличиваются и составляют, соответственно, $0,695 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$ и $1100 \text{ Дж}/\text{кг}^{\circ}\text{C}$. Таким образом, полученные значения коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости покрытий, сформированных ПЭО, показывают, что они могут быть отнесены к группе теплоизолирующих материалов. Этот фактор необходимо учитывать при создании соединений, работающих на трение и имеющих детали из алюминиевых сплавов с оксидными покрытиями данного типа.

Ключевые слова: плазменное электролитическое оксидирование, оксидное покрытие, коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, алюминиевый сплав, теплофизические характеристики.

THERMAL CONDUCTIVITY RATIO AND SPECIFIC HEAT CAPACITANCE OF OXIDE COATINGS, FORMED BY PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION

Abstract. Oxide coatings formed by plasma electrolytic oxidation (PEO) on the working surfaces of aluminum parts possess high physical and mechanical properties. However, their utilization in the conditions of boundary friction or unlubricated friction leads to the excessive heat extraction in the area of frictional contact and in particular cases it leads to coating destruction. The absence of numerical values of thermal and physical characteristics of the coatings of the given type complicates the forecasting of persistent operation of joints containing parts with the given coatings. Therefore, the set of studies aimed at the determination of the basic thermal and physical characteristics of the coatings formed by plasma electrolytic oxidation (PEO). Estimation of thermal conductivity ratio λ of the coating formed by plasma electrolytic oxidation (PEO), was done at monotonic unilateral heating of the sample with oxide coatings on dynamic λ -calorimeter, which allows performing measurements of thermal conductivity ratio of materials with $\lambda = 0,1...5 \text{ W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ with an accuracy of less than 10% within the temperature interval of $196...377^{\circ}\text{C}$. In estimating the specific heat capacitance of the coating formed by plasma electrolytic oxidation (PEO), the comparative method realized by means of dynamic C – calorimeter with a heat meter and an adiabatic membrane was used. The carried out studies proved that thermal conductivity ratio and specific heat capacitance of the coating formed by plasma electrolytic oxidation (PEO), depend on the temperature, which increase also results in their growth. At the temperature of 0°C the value of thermal conductivity ratio λ is $0,42 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ and specific heat capacitance $C = 800 \text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$. As the temperature rises to 250°C thermal conductivity ratio and coating specific heat capacitance also increase and correspond respectively $0,695 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ и $1100 \text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$. Therefore, the obtained values of thermal conductivity ratio and specific heat capacitance of coatings formed by plasma electrolytic oxidation (PEO) demonstrate that they can be referred to the group of heat insulating materials. This factor should be taken into consideration at manufacturing joints operating in friction conditions and having aluminum alloys parts with oxide coatings of the given type.

Keywords: plasma electrolytic oxidation, oxide coating, thermal conductivity ratio, specific heat capacitance, aluminum alloy, thermal and physical characteristics.

Одним из перспективных способов упрочнения рабочих поверхностей деталей, восстановленных или изготовленных из алюминиевых сплавов, получающим в последнее время всё более широкое распространение, является ПЭО [1-4]. К его основным преимуществам относят: получение многофункциональных покрытий с высокими физико-механическими свойствами заданного состава, структуры и толщины, доступность химических реактивов, экологичность процесса и отсутствие специальных очистных сооружений при использовании силикатно-щелочных электролитов. Сформированные покрытия обладают высокими прочностью сцепления с материалом основы, твёрдостью, износостойкостью, коррозионной стойкостью, теплостойкостью и регулируемой пористостью [5-11]. Причём применение ПЭО в комбинации со способами восстановления рабочих поверхностей позволит не только компенсировать любой износ, но и упрочнить внутренние цилиндрические и плоские рабочие поверхности деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов, чугунов и сталей [1, 3]

Однако в ряде случаев (при повышенных контактных давлениях, взаимодействии без смазочного материала) может происходить разрушение покрытий данного типа из-за выделения значительного количества тепла в зоне контакта трущихся поверхностей и изменения прочностных свойств материала, на котором сформировано покрытие. Следует также учитывать, что состав и структура ПЭО-покрытий по толщине неоднородны [1-5], что не позволяет использовать для расчета количества выделяющегося тепла известные теплофизические характеристики для оксидных покрытий, сформированных иными, нежели ПЭО, способами. Поэтому целью исследования является определение теплофизических характеристик (коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости) оксидных покрытий, сформированных ПЭО на алюминиевых сплавах, для прогнозирования надежной работы соединений, содержащих детали с покрытиями данного типа.

Оценка коэффициента теплопроводности λ покрытия, сформированного ПЭО, осуществлялась при монотонном одностороннем разогреве образца с оксидным покрытием на динамическом λ -калориметре, позволяющем с погрешностью не более 10% в интервале температур $-196...377^{\circ}\text{C}$ проводить измерения коэффициента теплопроводности материалов с $\lambda = 0,1...5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$, например, пластмассы, стекла, низкотеплопроводной керамики, полупроводников. Он включает в себя регулируемый блок питания и измерительный модуль (ИМ). В комплект оборудования так же входит гальванометр Ф-136, позволяющий измерять перепады температуры на испытываемом образце и тепломере. ИМ содержит теплоизмерительную ячейку (рис. 1) и систему, позволяющую с помощью встроенного в прибор потенциометра постоянного тока и переключателя температуры создавать требуемую температуру в фиксированных точках с градиентом изменения 25K .

При исследованиях образец размещался между контактной пластиной и стержнем измерительной ячейки (ИЯ), для улучшения теплового контакта с которыми использовалась специальная смазка (кремнеорганическая жидкость ПФМС-4). Тепловой поток измерялся малоинерционным металлическим тепломером, который был установлен на основании из меди. Рабочим телом тепломера являлась пластина из нержавеющей стали 12Х18Н9Т. С помощью термопар в колпаке нагревателем поддерживались адиабатические условия на боковой поверхности исследуемого образца и стержня. Регулируемый блок питания обеспечивал нагрев ядра образца путем регламентированной скорости изменения напряжением электропитания нагревателя ИЯ. Среднее значение скорости нагрева составляло около $0,1\text{K}/\text{с}$. Регулятор температуры и дифференциальные термопары позволяли поддерживать равными температуры стержня и адиабатической оболочки (защитного колпачка) с погрешностью около $0,3\text{K}$.

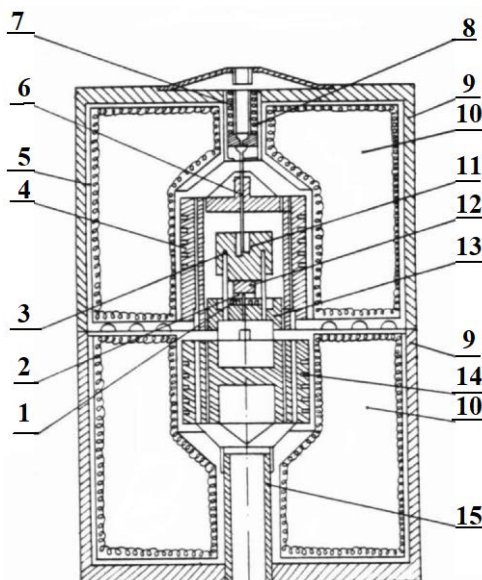


Рис. 1. Измерительная ячейка λ -калориметра: 1 – рабочая пластина тепломера; 2 – контактная пластина; 3 – термопара; 4 – защитный колпачок; 5 – кожух из фольги; 6 – прижим; 7 – пружина; 8 – патрубок; 9 – корпус; 10 – адиабатическая оболочка; 11 – стержень; 12 – исследуемый образец с оксидным покрытием; 13 – основание; 14 – нагревательный модуль; 15 – патрубок

Схема измерения коэффициента теплопроводности покрытия, сформированного ПЭО, представлена на рис. 2. Тепловой поток Q от основания 1 проходит через пластину тепломера 2, где частично поглощается. Далее тепловой поток расходуется на повышение температуры контактной пластины 3, образца 4 и стержня 5. Стержень и контактная пластина изготовлены из меди, обладающей высокой теплопроводностью, и перепады температур на них незначительны. В установившемся режиме теплообмена все элементы системы разогреваются с близкими скоростями и имеют меняющееся с относительно небольшим градиентом однородное температурное поле.

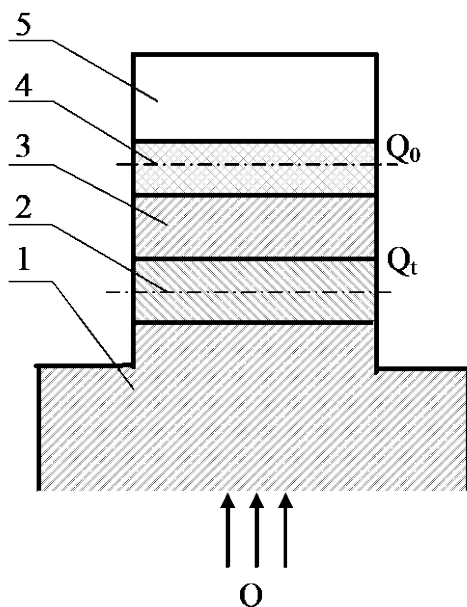


Рис. 2. Схема определения коэффициента теплопроводности покрытия, сформированного ПЭО: 1 – основание; 2 – пластина тепломера; 3 – пластина контактная; 4 – образец с оксидным покрытием; 5 – стержень

Вследствие специально подобранных геометрических параметров тепловые потоки, аккумулируемые образцом и пластиной контактной, в 5...10 раз меньше, чем поглощаемые стержнем. Ими, с достаточной для инженерной практики точностью, можно пренебречь.

Измерение теплового потока, проходящего через среднее сечение образца, осуществляется градиентным тепломером на его нижней грани. Теплоемкость рабочего тела тепломера C_t имеет существенно меньшее, по сравнению с теплоёмкостью стержня C_c , значение. Его тепловое сопротивление незначительно, вследствие чего между тепловым потоком Q_t и перепадом температуры в рабочем теле \mathcal{G}_t существует линейная зависимость:

$$Q_t = K_t \cdot \mathcal{G}_t, \quad (1)$$

где K_t – коэффициент, характеризующий тепловую проводимость измерительной ячейки, Вт/К.

Тепловые потоки Q_0 и Q_t связаны зависимостью:

$$Q_0 = Q_t - (C_n + 0,5C_o) b_c, \quad (2)$$

где C_n – полная теплоёмкость пластин тепломера, Дж/кг·К;

C_o – полная теплоёмкость оксидного покрытия, Дж/кг·К.

Так как

$$Q_t = (0,5C_t + C_n + C_o + C_c) b_c, \quad (3)$$

где C_t – полная теплоемкость рабочего тела тепломера, Дж/кг·К;

C_c – полная теплоёмкость стержня, Дж/кг·К,

то зависимость для расчета коэффициента теплопроводности с учетом контактного теплового сопротивления может быть представлена в виде:

$$\lambda = \frac{h}{P_o}, \quad \text{Вт/мК}, \quad (4)$$

где h – высота образца с оксидным покрытием;

P_o – тепловое сопротивление образца с оксидным покрытием, м²·К/Вт

$$P_o = P_t - P_k = \left[\frac{\mathcal{G}_o \cdot S(1 + \sigma_c)}{\mathcal{G}_t \cdot K_t} \right] - P_k, \quad (5)$$

где P_t – тепловое сопротивление между стержнем и контактной пластиной, м²·К/Вт;

P_k – поправка, учитывающая контактное тепловое сопротивление образца с оксидным покрытием и заделки термопар, динамические погрешности и неидентичность градуировки термопар;

\mathcal{G}_o – перепады температуры на образце с оксидным покрытием, °С;

S – площадь поперечного сечения образца с оксидным покрытием;

σ_c – поправка, учитывающая теплоёмкость образца с оксидным покрытием

$$\sigma_c = \frac{C_o}{2 \cdot (C_o + C_c)}, \quad (6)$$

\mathcal{G}_t – перепады температуры на тепломере, К;

K_t – коэффициент, характеризующий тепловую проводимость измерительной ячейки, Вт/К

$$K_t = \frac{K_t \cdot C_c}{0,5 \cdot C_t + C_n + C_c}, \quad (7)$$

Значения параметров P_k и K_t не связаны со свойствами испытываемого образца.

Они являются характеристиками используемого прибора и регистрируются при его тарировании. При исследовании определяются значения теплопроводности покрытия,

сформированного ПЭО, для его средней температуры, которая рассчитывается с использованием зависимости:

$$t_{cp} = t_c + 0,5A_t n_o, \text{ К}, \quad (8)$$

где t_c – температура, при которой проводилось измерение теплопроводности, К;

A_t – чувствительность термопары «хромель-алюмель», К/мВ;

n_o – напряжение на термопаре, характеризующее перепад температуры на образце, мВ.

При оценке удельной теплоемкости покрытия, сформированного ПЭО, использовался сравнительный метод, реализуемый посредством динамического C – калориметра с тепломером и адиабатической оболочкой. Его измерительная ячейка состоит из корпуса, разъемной теплоизоляционной оболочки и металлического ядра (рис. 3). Она нижней частью связана с горизонтальной платой измерительного блока, а верхней – с подъемно-поворотным штанговым механизмом.

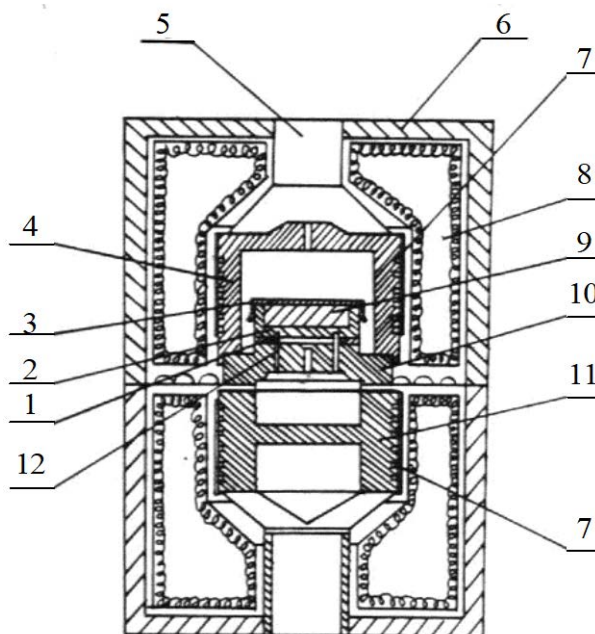


Рис. 3. Измерительная ячейка C – калориметра: 1 – кольцо тепломера; 2 – ампула; 3 – крышка; 4 – защитный колпачок; 5 – патрубок; 6 – корпус; 7 – нагревательный модуль; 8 – теплоизоляционный кожух; 9 – образец с оксидным покрытием; 10 – основание; 11 – защитный колпачок; 12 – термопара

Хромель-алюмелевая термопара с диаметром электродов 0,3 мм, кольцо тепломера и образец с оксидным покрытием размещены на основании из меди, которое соединено винтом с нагревательным блоком и связано с нижней половиной корпуса измерительной ячейки. Последняя, в свою очередь, используется для вывода за пределы корпуса концов термопар и нагревателей.

Исследуемый образец размещается в ампуле, которая закрывается крышкой, после чего опускается верхняя половина корпуса измерительной ячейки. При подаче напряжения на нагреватель ядро ячейки начинает плавно нагреваться до заданной температуры. Во время нагревания в защитном колпачке поддерживаются адиабатические условия (нулевая разность температур) между ним и ампулой. В процессе непрерывного нагрева до заданной температуры через каждые 25К с помощью прибора и секундомера регистрируется время запаздывания температуры ампулы по отношению к температуре основания. При исследовании обеспечивается нагрев ядра измерительной ячейки со скоростью 0,1К/с и автоматическое регулирование температуры защитного колпачка.

Схема измерения удельной теплоемкости покрытия, сформированного ПЭО, приведена на рис. 4. Исследуемый образец с оксидным покрытием размещается внутри металлической ампулы и монотонно нагревается непрерывно поступающим к ампуле через тепломер тепловым потоком Q . При этом тепловая связь ампулы и образца с внешней средой

осуществляется только через тепломер, так как ампула отделена от нее адиабатической оболочкой.

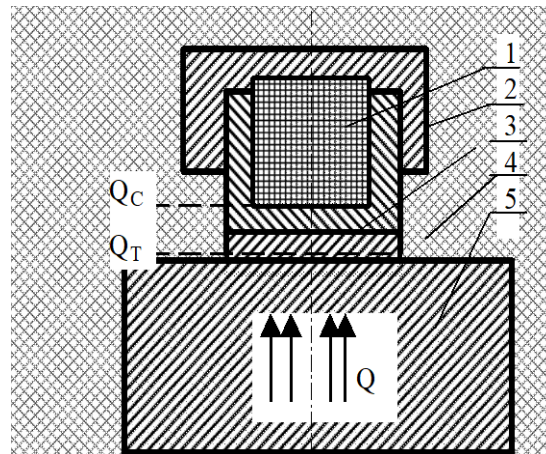


Рис. 4. Схема определения удельной теплоёмкости покрытия, сформированного ПЭО: 1 – образец с оксидным покрытием; 2 – ампула; 3 – тепломер; 4 – адиабатическая оболочка; 5 – основание

Величина теплового потока Q_t , проходящего через сечение тепломера сквозь измерительную ячейку и обеспечивающего разогрев испытуемого образца и ампулы, определяется из зависимости:

$$Q_t = Q_o + Q_A, \text{ Вт}, \quad (9)$$

где Q_o – тепловой поток, идущий на нагрев испытуемого образца с оксидным покрытием, Вт;

Q_A – тепловой поток, идущий на нагрев ампулы, Вт.

При этом тепловой поток, идущий на нагрев исследуемого образца с оксидным покрытием, равен:

$$Q_o = C \cdot m_o \cdot b, \text{ Вт}, \quad (10)$$

где C – удельная теплоёмкость оксидного покрытия, Дж/кгК;

m_o – масса образца, кг;

b – скорость разогрева, К/с.

Величина теплового потока, идущего на нагрев ампулы, равна:

$$Q_A = C_A \cdot b, \text{ Вт}, \quad (11)$$

где C_A – полная теплоёмкость ампулы, Дж/К.

Величина проходящего через тепломер теплового потока Q_t может быть определена по градиенту температуры на тепломере \mathcal{G}_T с учетом тепловой проводимости тепломера $K_t=K_t(T)$, которая является постоянной прибора и определяется при его тарировке:

$$Q_t = K_t \cdot \mathcal{G}_t, \text{ Вт} \quad (12)$$

Таким образом, удельная теплоемкость может быть определена следующим образом:

$$C = \frac{K_t \cdot \mathcal{G}_t}{b} - C_A \cdot \frac{A}{m_o}, \text{ Дж/кгК} \quad (13)$$

Так как при малых градиентах температуры на тепломере можно перейти к измерению времени T_t запаздывания ее изменения, то с учетом того, что:

$$T_t = \frac{g_t}{b}, \text{ с} \quad (14)$$

зависимость для оценки удельной теплоемкости по результатам экспериментальных исследований может быть представлена в виде:

$$C = \frac{K_t \cdot (T_t - T_t^0)}{m_0}, \text{ Дж/кг}^\circ\text{К}, \quad (15)$$

где T_t^0 – время запаздывания температуры на тепломере в эксперименте с пустой ампулой, являющееся постоянной прибора, с.

Обработку полученных данных осуществляли с использованием метода наименьших квадратов. Результаты исследований показаны на рис. 5.

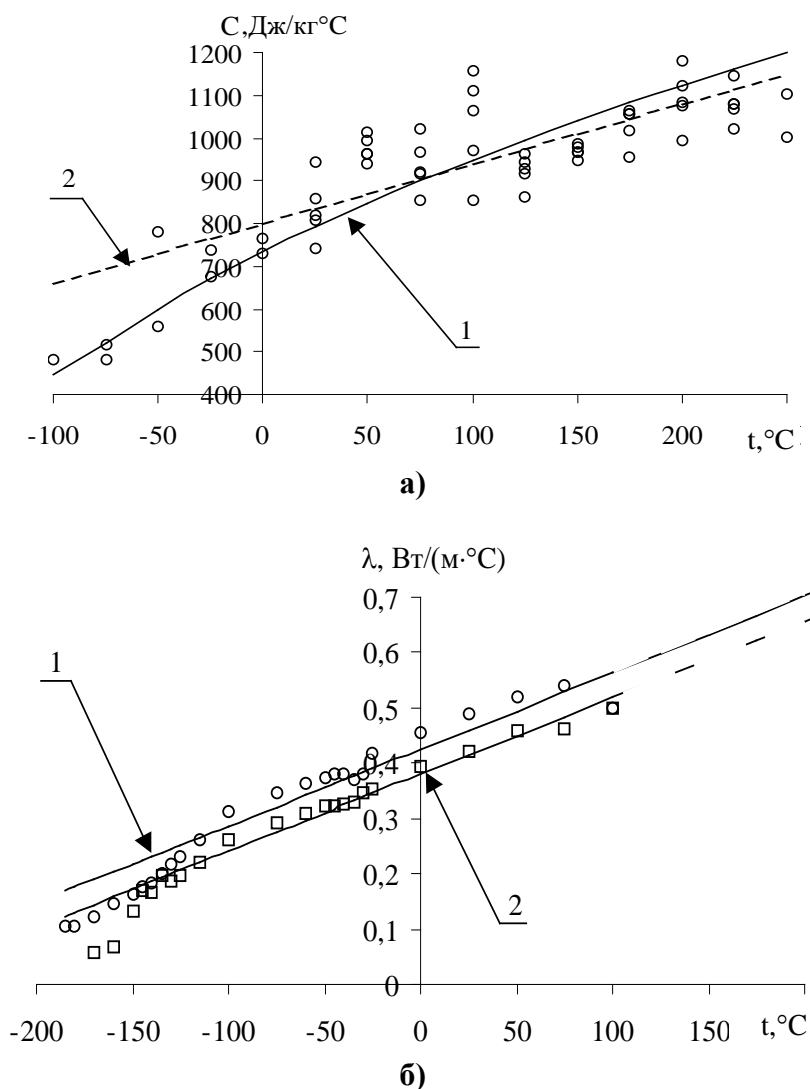


Рис. 5. Результаты исследований: а) зависимость изменения удельной теплоемкости C от температуры t : 1 – нелинейная и 2- линейная аппроксимации; б) зависимость изменения коэффициента теплопроводности λ от температуры t : 1- максимальный и 2 – средний уровни прижата образца с оксидным покрытием

Таким образом, проведенными исследованиями было установлено, что коэффициент теплопроводности и удельная теплоёмкость покрытий, сформированных ПЭО, зависят от температуры, при увеличении которой они также возрастают и при температуре $t=0^\circ\text{C}$ - $\lambda=0,42$ Вт/м $^\circ\text{C}$, $C=800$ Дж/кг $^\circ\text{C}$, а при $t=250^\circ\text{C}$ составляют соответственно $0,695$ Вт/м $^\circ\text{C}$ и

1100 Дж/кг⁰С. Таким образом, полученные значения коэффициента теплопроводности и удельной теплоёмкости покрытий показывают, что они могут быть отнесены к группе теплоизолирующих материалов [9, 12]

Библиография

1. Суминов, И.В. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов / И.В. Суминов, П.Н. Белкин, А.В. Эпельфельд и др. - М.: Техносфера. - 2011. - 512 с.
2. Минаев, А.Н. Композиционные покрытия, формируемые плазменным электролитическим оксидированием / А.Н. Минаев, С.В. Гнеденков С.В., С.Л. Синебрюхов и др. // Коррозия: материалы, защита. - 2011. - № 3. - С. 1-10.
3. Коломейченко, А.В. Технологии восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники микродуговым оксидированием / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.Н. Логачев и др. - Орел: Изд. Орел ГАУ. - 2013. - 131 с.
4. Шатров, А.С. Защитные оксидно-керамические покрытия, формируемые на алюминиевых сплавах методом плазменного электролитического оксидирования / А.С. Шатров // Коррозия: материалы, защита. - 2012. - № 4. - С. 28-37.
5. Егоркин, В.С. Формирование защитных покрытий на алюминии и стали методом плазменного электролитического оксидирования / В.С. Егоркин, А.В. Пузь, О.А. Хрисанфова и др. // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. - 2011. - №1 (6). - С. 58-75.
6. Дунькин, О.Н. Влияние параметров микродугового оксидирования на свойства покрытий, формируемых на алюминиевых сплавах / О.Н. Дунькин, А.П. Ефремов, Б.Л. Крит // Физика и химия обработки материалов. - 2000. - №2. - С. 49-53.
7. Коломейченко, А.В. Повышение ресурса деталей методами плазменного электролитического оксидирования / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов // Физика и химия обработки материалов. - 2017. - №3. - С. 25-32.
8. Дударева, Н.Ю. Адгезионная прочность плазменного электролитического покрытия, сформированного на высококремнистом сплаве методом микродугового оксидирования / Н.Ю. Дударева, Р.В. Кальщикова, Ф.Ф. Мусин и др. // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2014. - №10 (93). - С. 38-43.
9. Басинюк, В.Л. Тепловая нагруженность фрикционного контакта деталей из алюминиевых сплавов с покрытиями Al₂O₃ / В.Л. Басинюк, А.В. Коломейченко, Е.И. Мардосевич, Н.В. Титов // Трение и износ. - 2005. - Т. 26. - № 3. - С.295-303.
10. Dehnavi, V. Effect of duty cycle and applied current frequency on plasma electrolytic oxidation (PEO) coating growth behavior / B. Li Luan, D. Shoesmith, X. Liu, S. Rohani // Surface & Coatings Technology. - 2013. - Vol. 226. - P. 100-107.
11. Бутягин, П. Микродуговое оксидирование. Свойства покрытий / П. Бутягин, Т. Односторонцева, С. Сафронова // Наноиндустрия. - 2013. - №5. - С. 48-51.
12. Коломейченко, А.В. Технологии повышения долговечности деталей машин восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей комбинированными методами с применением микродугового оксидирования: монография / А.В. Коломейченко. - Орел: Изд-во Орел ГАУ. - 2013. - 230 с.

References

1. Suminov, I.V. Plasma electrolytic modification of the surface of metals and alloys / I.V. Suminov, P.N. Belkin, A.V. Epelfeld and other. - M.: Technosphere. - 2011. - 512 p.
2. Minaev, A.N. Composite coating formed by plasma electrolytic oxidation / A.N. Minaev, S.V. Gnedenkov, S.L. Sinebryukhov and other // Corrosion.: material protection. - 2011. - No 3. - P. 1-10.
3. Kolomeychenko, A.V. Technology Sun-formation and hardening of details of agricultural machinery micro-arc oxidation / A.V. Kolomeychenko, N.V. Titov, V.N. Logatchev and others. - Orel: Orel SAU. - 2013. - 131 p.
4. Shatrov, A.S. Protective oxide-ceramic coating, forming me-on aluminum alloys by plasma electrolytic oxidation / A.S. Shatrov // Corrosion: materials protection. - 2012. - No 4. - P. 28-37.
5. Egorkin, V.S. The formation of protective coatings on aluminum and steel by plasma electrolytic oxidation / V.S. Egorkin, A.V. Puz, O.A. Khrisanfova and others // Bulletin of the School of Engineering of the Far Eastern Federal University. - 2011. - No 1 (6). - P. 58-75.
6. Dunkin, O.N. Influence of parameters of microarc oxygenating on properties of the coverings formed on aluminum alloys / O.N. Dunkin, A.P. Efremov, B.L. Crete // Physics and chemistry of processing of materials. - 2000. - No.2. - P. 49-53.
7. Kolomeichenko, A.V. Component life increase by methods of plasma electrolytic oxidation / A.V. Kolomeichenko, V.N. Logachev, N.V. Titov // Physics and chemistry of material processing. - 2017. - №3. - P. 25-32.
8. Dudarev, N.Y. The adhesion of the plasma electrolytic coating formed on the high-silicon alloy by micro-arc oxidation / N.Y. Dudarev, R.V. Kalschikov, F.F. Musin and others // Bulletin of Irkutsk State Technical University. - 2014. - No 10 (93). - P. 38-43.
9. Basiyuk, V.L. Heat loading of frictional contact of aluminum alloys parts with Al₂O₃ coatings / V.L. Basiyuk, A.V. Kolomeichenko, E.I. Mardosevich, N.V. Titov // Friction and wear. - 2005. - V. 26. - № 3. - P.295-303.

10. Dehnavi, V. Effect of duty cycle and applied current frequency on plasma electrolytic oxidation (PEO) coating growth behavior / B. Li Luan, D. Shoesmith, X. Liu, S. Rohani // Surface & Coatings Technology. - 2013. - Vol. 226. - P. 100-107.

11. Butyagin, P. Microarc oxidation. Properties of coatings / P. Butyagin, T. Odnostorontseva, S. Safronov // Nanoindustry. - 2013. - No 5. - P. 48-51.

12. Kolomeichenko, A.V. Technologies of increase of durability of details of cars by restoration and strengthening of working surfaces by the combined methods with application of microarc oxidation: monograph / A.V. Kolomeichenko. - Orel: Orel SAU. - 2013. - 230 p.

Сведения об авторах

Коломейченко Александр Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Генерала Родина, д. 69 г. Орел, Россия, 302028, тел. +7 4862 43-19-79, E-mail: kolom_sasha@inbox.ru.

Титов Николай Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Генерала Родина, д. 69 г. Орел, Россия, 302028, тел. +7 4862 43-19-79, E-mail: ogau@mail.ru.

Иконников Сергей Юрьевич, аспирант кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Генерала Родина, д. 69 г. Орел, Россия, 302028, тел. +7 4862 43-19-79.

Information about authors

Kolomeichenko Aleksandr Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Chair of Reliability and Car Repair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Orel State Agrarian University, General Rodin St. 69, Orel, Russia, 302028, tel. +7 4862 43-19-79, E-mail: kolom_sasha@inbox.ru.

Titov Nikolay Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Chair of Reliability and Car Repair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Orel State Agrarian University, General Rodin St. 69, Orel, Russia, 302028, tel. +7 4862 43-19-79, E-mail: ogau@mail.ru.

Ikonnikov Sergey Yuryevich, Post-graduate Student of the Chair of Reliability and Car Repair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Orel State Agrarian University, General Rodin St. 69, Orel, Russia, 302028, tel. +7 4862 43-19-79.

УДК 621.521

А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, А.С. Шумский

СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИИ МАШИН РОТАЦИОННОГО ТИПА

Аннотация. Машины ротационного типа получили широкое применение в различных областях промышленности и сельского хозяйства. Однако из-за наличия тел вращения и особенностей их конструкции в них возникают механические колебания, многие виды которых часто называют вибрациями. К основным источникам вибрации в машинах ротационного типа относятся муфты, электродвигатели, подшипники, зазоры в сочленениях деталей. Эти вибрации оказывают влияние на функционирование машин ротационного типа и часто ухудшают её эксплуатационные характеристики: снижают КПД и долговечность машины, увеличивают нагрев и износ деталей, оказывают вредное воздействие на живые системы. В соответствии с этим необходимо применять методы вибрационной защиты, включающие в себя, как расчетно-теоретические, так и конструкторско-экспериментальные решения, причем оба вида решений, как правило, взаимосвязаны. Применительно к машинам ротационного типа, наибольшей вибрационной активностью обладают подшипниковые узлы и шпоночные соединения роторов с муфтами и приводом. На долговечность подшипниковых узлов оказывают влияние большое количество факторов, но определяющими являются: посадка внутреннего кольца на вал и радиальный зазор подшипника. В настоящее время реальные допуски и отклонения размеров для большинства подшипников назначаются по методу аналогии, что не исключает возможность проворачивания кольца под действием касательных сил, и не предупреждает раскрытие стыка под действием радиальной силы, консольной нагрузки или их совместного действия. Для шпоночного же соединения, критичным является наличие зазора в соединении вал-втулка, что приводит к уменьшению площади ее контакта с пазом вала и втулки.

Ключевые слова: машины ротационного типа, вибрация, подшипник, шпоночное соединение.

REDUCTION OF VIBRATION OF ROTARY TYPE MACHINES

Abstract. Rotary-type machines have been widely used in various fields of industry and agriculture. However, due to the presence of bodies of rotation and features of their construction, mechanical vibrations arise in them, many of which are often called vibrations. The main sources of vibration in machines of rotational type are couplings, electric motors, bearings, gaps in joints of parts. These vibrations influence the functioning of rotary-type machines and often worsen its performance characteristics: reduce the efficiency and durability of the machine, increase the heating and wear of parts, and have a harmful effect on living systems. In accordance with this, it is necessary to apply methods of vibration protection, which include both theoretical and design calculations, and design and experimental solutions, both types of solutions, as a rule, are interrelated. With regard to machines of rotational type, the greatest vibrational activity is possessed by bearing assemblies and keyed connections of rotors with couplings and a drive. The longevity of the bearing units is influenced by a large number of factors, but the determining factors are: the seating of the inner ring on the shaft and the radial clearance of the bearing. Currently, the real tolerances and dimensional deviations for most bearings are assigned by the analogy method, which does not exclude the possibility of turning the ring under the action of tangential forces, and does not prevent the opening of the joint under the action of radial force, cantilever load or their combined action. For the keyed connection, the presence of a gap in the connection of the shaft-bushing is critical, which leads to a reduction in the area of its contact with the groove of the shaft and the bushing.

Keywords: rotary-type machines, vibration, bearing, keyed connection.

Введение. Машины ротационного типа (МРТ) получили широкое применение в различных областях промышленности и сельского хозяйства. В основном они применяются в гидравлических или пневматических системах и взаимодействуют с перекачиваемой средой (транспортировка, перекачка, сжатие, дегазация, и др.). Наибольшее распространение получили такие типы машин ротационного типа как: вакуумные насосы пластинчатого типа, водокольцевые, шиберные и шестеренчатые насосы. Эти машины отличает простота конструкции и высокие эксплуатационные показатели [1]. Однако из-за наличия тел вращения, особенностей их конструкции и условий эксплуатации, в них возникают механические колебания, вызванные дисбалансом, многие виды которых часто называют вибрациями.

Эти вибрации оказывают влияние на функционирование машин ротационного типа и часто ухудшают их эксплуатационные характеристики: снижают КПД и долговечность машины, увеличивают нагрев и износ деталей, оказывают вредное воздействие на живые системы. Примерами таких колебаний могут быть: колебания лопаток в пазах ротора, приводящие к пульсациям рабочей среды и снижению предельного вакуума; колебания ротора вы-

зывающие дрожание самой машины и пола и т. п. Нередко эти колебания становятся разрушительными: от крутильных колебаний ломаются валы, разрушаются фундаменты и т.п.

Если не удастся уравновесить и сбалансировать отдельные звенья и машину в целом, то для снижения влияния вибраций используют различные методы борьбы с ней. Проблема защиты от вибрации и ударов существует на каждом предприятии или организации, где осуществляется эксплуатация машин ротационного типа. Везде где есть движение, вращение, соударение существует проблема с вибрацией.

Основная часть. Вибрационная защита - это совокупность средств и методов уменьшения вибрации, воспринимаемой защищаемыми объектами [2].

Способы снижения интенсивности вибрации специфичны для каждого частного случая. Поэтому рассмотрим более подробно основные причины возникновения вибраций в машинах ротационного типа и методы борьбы с ней.

К основным источникам вибрации в машинах ротационного типа относятся муфты, электродвигатели, подшипники, зазоры в сочленениях деталей. В соответствии с этим методы вибрационной защиты включают как расчетно-теоретические, так и конструкторско-экспериментальные решения, причем оба вида решений, как правило, взаимосвязаны. Условно все эти методы разделяются на [3]:

- уравнивание движущихся масс при проектировании конструкций;
- снижение частоты периодического движения механизма, в том числе за предел диапазона частот нормируемой вибрации, за счет изменения конструкции объекта;
- динамическое гашение колебаний, достигаемое с помощью специального динамического виброгасителя (демпфирующего элемента), устанавливаемого в систему объекта.

Для выявления элементов, оказывающих наибольшее влияние на вибрации в машинах ротационного типа, воспользуемся перспективной методикой повышения эффективности технических средств [4]. В соответствии с ней, составим и рассмотрим иерархическую схему конструкций машин ротационного типа, состоящую из узлов и деталей, которые в свою очередь состоят из рабочих поверхностей (РП). Согласно этому подходу, рабочие поверхности машин ротационного типа относятся рабочим поверхностям контактирующим друг с другом. Построим по предложенной методике иерархическую схему на примере ротационного насоса пластинчатого типа (рис.1.).

Нами предлагается РП деталей вакуумного насоса разделить на три группы:

- неподвижные сопряжения РП (12, 13, 14, 15, 16);
- подвижные сопряжения РП (4, 6, 7, 8, 9, 11, 17);
- условно неподвижные сопряжения РП (1, 2, 3, 5, 10).

Неподвижные сопряжения на вибрацию не оказывают ни какого влияния, поэтому в дальнейшем их рассматривать не будем.

Для снижения вибраций подвижных и условно неподвижных сопряжений, необходимо создать такие условия работы, при которых колебания в сопряжениях будут минимальными или отсутствовать совсем, что и будет являться их *целевым назначением*.

С точки зрения негативного влияния вибраций, амплитуда колебаний является главным параметром. Так как, чем больше амплитуда колебаний, тем больше инерциальные силы вызывающие дисбаланс системы и как следствие, приводящие к деформациям и повышенному износу рабочих поверхностей деталей. Это усугубляется еще и конструктивными особенностями большинства МРТ. Так например в насосе РВН 40/350, ротор установлен с эксцентриситетом 8 мм, а его масса составляет 19,8 кг. При отбалансированном роторе вибрации минимальны и связаны с движением лопаток внутри пазов ротора. Однако с увеличением времени эксплуатации насоса в роторе появляется дисбаланс вызванный изменением его центра масс, из-за неравномерного износа РП и увеличения радиальных зазоров подшипников.

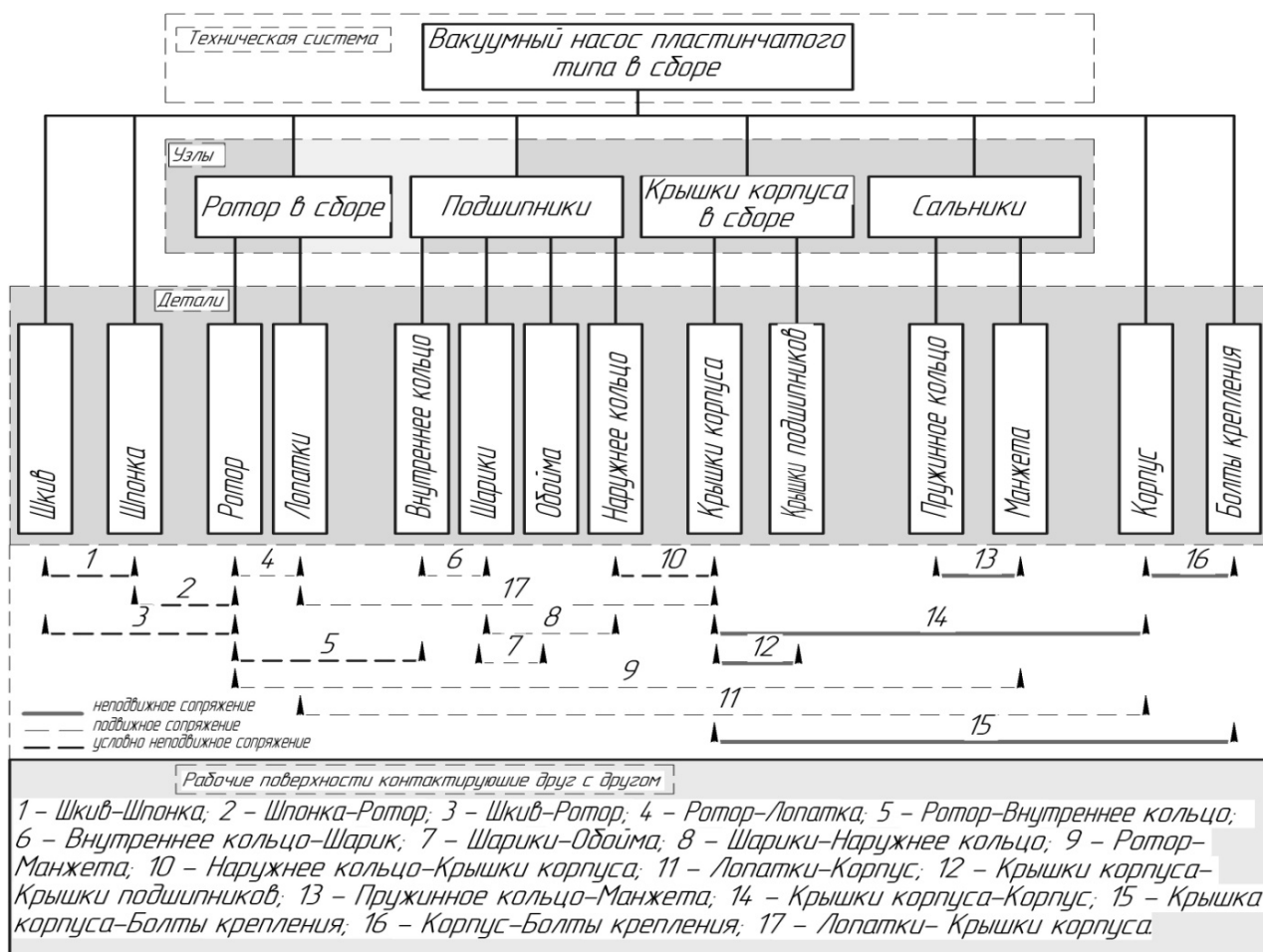


Рис. 1. Иерархическая схема ротационного вакуумного насоса

Работа и условия взаимодействия подвижных сопряжений 4, 11 и 17 более подробно были рассмотрены ранее в публикациях [5, 6 и 7], а предложения по совершенствованию их конструкций реализованы в патентах на полезную модель и изобретения [8, 9].

Наибольшего внимания заслуживают сопряжения 6, 7, 8 и 10 подшипникового узла и 1, 2 и 3 шпоночного соединения.

Подшипники служат базовыми элементами кинематических цепей, поэтому износ их элементов изменяет режим работы

сборочных единиц и приводит к отказам других деталей. Так, например, биение ротора для большинства МРТ не должно превышать 0,04 мм, а биение шеек вала не должно превышать 0,015 мм. Однако суммарный радиальный зазор в обоих подшипниках превышает это значение, даже при использовании новых подшипников, что способствует вибрации при работе машин (рис. 2). Также этот зазор способствует кратковременному перекосу ротора в процессе работы, что влечет за собой износ корпуса и боковых крышек насоса.

На долговечность подшипниковых узлов оказывают влияние большое количество факторов, но определяющими являются: посадка внутреннего кольца на вал и радиальный зазор подшипника g.

В настоящее время реальные допуски и отклонения размеров для большинства подшипников назначаются по методу аналогии, что не исключает возможность проворачивания кольца под действием касательных сил, и не предупреждает раскрытие стыка под действием радиальной силы, консольной нагрузки или их совместного действия. К тому же, в сельскохозяйственном машиностроении используются подшипники нулевого класса точности, изначально обладающие максимальным радиальным зазором. Для посадок колец подшипников используются переходные посадки с минимальным натягом, который не гарантирует непо-

движности колец. Поэтому сопряжения 5 и 10 (рис.1) отнесены в группу условно неподвижных.

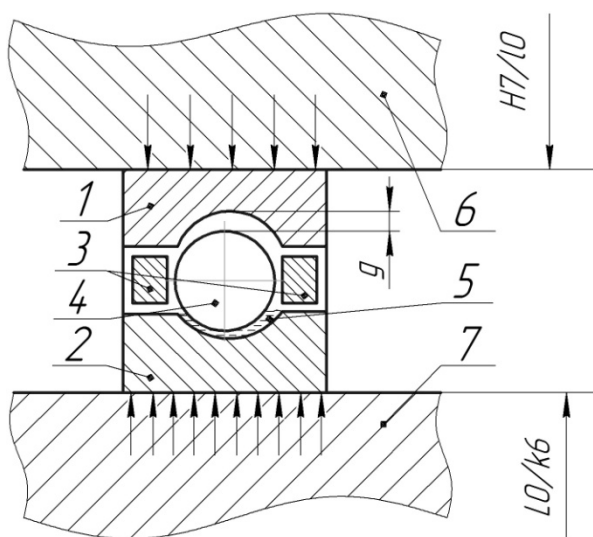


Рис.2. Схема установки подшипника
 1 - наружное кольцо; 2 - внутреннее кольцо; 3 - обойма; 4 - шарик;
 5 - смазка; 6 - боковая крышка; 7 - ротор

Касательные силы в подшипнике возникают вследствие появления раковин на внешней поверхности внутреннего кольца из-за износа. Появление раковин вызвано тем, что в процессе работы радиальный зазор увеличивается из-за накатывания канавок на поверхностях колец подшипников. При попадании шарика в раковину, качение на мгновение останавливается, что вызывает появление касательной силы необходимой для продолжения дальнейшего движения шарика.

Повысить долговечность подшипника можно за счет расчета посадки внутреннего кольца на вал исходя из конкретных условий работы, то есть расчет такого минимального натяга который предотвратит проворачиваемость кольца под действием касательных сил действующих в конкретном подшипнике. Обеспечить такой натяг на этапе ремонта МРТ можно за счет применения электроискровой обработки посадочных поверхностей ротора и боковой крышки [10]. Заслуживает внимания метод применения полимерных составов в подшипниковых узлах предложенный профессором Ли Р.И. [11]. Минимизировать радиальный зазор так же возможно при помощи нанесения на внутреннюю поверхность наружного кольца и наружную поверхность внутреннего кольца смазок на основе порошка меди. Это будет способствовать накатыванию меди на дорожки качения и уменьшит вертикальное перемещение шариков, фактически приблизив амплитуду колебания шариков у нулю.

Сопряжения 1, 2 и 3 являются элементами шпоночного соединения, которое служит для передачи крутящего момента от шкива к ротору вакуумного насоса и должны обеспечивать неподвижность соединения деталей. Однако из-за зазора в соединении вал-втулка, который обеспечивает многократность разборочных операций без специального оборудования, при передаче крутящего момента происходит движение шпонки в вертикальной плоскости, что приводит к уменьшению площади ее контакта с пазом вала и втулки. От возникающих микросрывов идет ударно-волновое нагружение, что приводит к повышению износа и смятию поверхностей в соединении «шпонка - паз вала - паз втулки» в слабых элементах поверхности – углах (рис. 3).

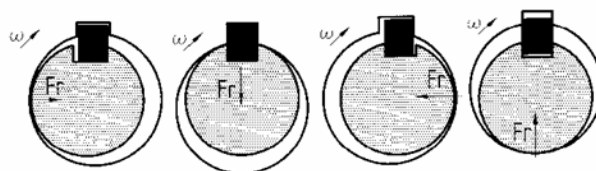


Рис. 3. Контактное взаимодействие поверхностей в шпоночном соединении

С увеличением размеров пазов и уменьшением размера шпонки еще больше уменьшается площадь ее фактического контакта, шпонка перекашивается в пазах и начинает приобретать закругленную форму. Пазы также деформируются и увеличиваются в размерах. Данному процессу значительно способствует наличие абразива в зоне трения. Процесс износа интенсифицируется тем, что на шкив действует сила натяжения ремня, которая заставляет ротор перекашиваться по внутренней поверхности шкива из-за разницы диаметров вала и отверстия. Вследствие этого, вал начинает вращаться относительно шкива, чему препятствует шпонка и на неё прикладывается дополнительное усилие [12]. Дополнительно износу этого соединения способствуют малые колебательные движения шкива относительно вала, вызывающие явление фреттинг-коррозию.

Для повышения надежности шпоночного соединения, согласно рекомендациям [13], рациональным будет использование натяга, между валом и втулкой. Обеспечить натяг в сопряжении на этапе ремонта возможно нанесением слоя меди электроискровым способом [14]. Другими альтернативными методами устранения зазора в этом сопряжении могут быть такие технологические решения, как модернизированное шпоночное соединение в виде «двойного ласточкиного хвоста» [15], ремонтный комплект в виде стяжной ступицы [16] и инновационное «псевдошлицевое» соединение с натягом [17]. Их использование позволит разгрузить шпонку, за счет передачи части или всего крутящего момента от шкива непосредственно валу, исключая перекашивание деталей и тем самым устраняя вибрацию.

Заключение. Анализ выше изложенного показывает, рациональность рассмотрения МРТ, как сложной системы, низшим элементами которой являются рабочие поверхности. Это позволило определить целевое назначение наиболее ответственных поверхностей с точки зрения снижения вибраций.

Рассмотрение работы подшипникового узла и шпоночного соединения с данной точки зрения, позволило определить наиболее рациональные и эффективные методы снижения их виброактивности.

Библиография

1. Лебедев, А. Т. Надежность и эффективность вакуумных насосов: монография / А. Т. Лебедев, А. В. Захарин // Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. 148 с.
2. Челомей, В. Н. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти томах / В. Н. Челомей, И. И. Артоблевский, А. Н. Боголюбов [и др.] // Т. 1. Колебания линейных систем. - М.: Машиностроение, 1978. 352 с.
3. ГОСТ 26568-85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация. - М: Издательство стандартов. 16 с.
4. Лебедев, А. Т. Надежность и эффективность вакуумных насосов: монография / А. Т. Лебедев А. В. Захарин. Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. 148 с.
5. Захарин, А. В. Основные направления совершенствования конструкций машин ротационного типа / А. В. Захарин, П. А. Лебедев, Р. А. Магомедов, Р. В. Павлюк, А. Т. Лебедев, Н. А. Рыбалкин // Научная мысль. 2015. № 3. С. 63-68.
6. Лебедев, А. Т. Теоретические предпосылки и практические рекомендации повышения эффективности работы вакуумного насоса пластинчатого типа / А. Т. Лебедев, А. В. Захарин, Р. А. Магомедов, Н. А. Марьин // В сборнике: Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона Международная научно-практическая конференция. 2014. С. 56-63
7. Лебедев, А. Т., Повышение эффективности использования вакуумного насоса пластинчатого типа модернизацией конструкции при ремонте / А. Т. Лебедев, А. В. Захарин // Наука в центральной России. 2014. № 3 (9). С. 54-59.
8. Пат. 43043 Российская Федерация, F04C18/344. Ротационный пластинчатый компрессор / А. Т. Лебедев, М. А. Красников, П. А. Лебедев [и др.]. - №2004125976/22; заявл. 30.08.2004; опубл. 27.12.2004. Бюл. №36. - 4 с.

9. Пат. 2333392 Российская Федерация, F04C18/344 (2006.01). Ротационный пластинчатый компрессор / А. Т. Лебедев, А. В. Захарин, А. С. Слюсарев [и др.]. – № 2007108890/06; заявл. 09.03.2007 ; опубл. 10.09.2008. Бюл. № 25. – 5 с.
10. Ремонт машин: учеб. пособие. Т. 2. Современные технологии восстановления работоспособности деталей и сборочных единиц при ремонте машин и оборудования / сост.: А. Т. Лебедев, А. В. Петров, Е. М. Зубрилина, [и др.]. - Ставрополь, 2011. 196 с.
11. Ли, Р.И. Применение полимерных материалов в подшипниковых узлах при изготовлении и ремонте машин: монография / Р. И. Ли // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Мичуринский гос. аграрный ун-т". Мичуринск, 2010. 160с.
12. Лебедев, А.Т. Оптимизация величины натяга для неподвижных соединений, подвергающихся многократным разборочно-сборочным операциям за период эксплуатации./А.Т. Лебедев, М.Л. Пантух, А.Н. Слюсарев, П.А. Лебедев // Совершенствование технологий и технических средств в АПК: Сб. науч. тр. / СтГАУ.- Ставрополь, 2005; С. 274-278.
13. Лебедев, А.Т. Надежность и эффективность шпоночных соединений / А. Т. Лебедев, Р. В. Павлюк, Р. А. Магомедов, П. А. Лебедев, А. В. Захарин // Ставрополь, 2015. 140 с.
14. Лебедев, А. Т. Оптимизация величины натяга для неподвижных соединений, подвергающихся многократным разборочно-сборочным операциям за период эксплуатации /А. Т. Лебедев, М. Л. Пантух, А. Н. Слюсарев, П. А. Лебедев // Совершенствование технологий и технических средств в АПК: Сб. науч. тр. СтГАУ. Ставрополь, 2005. С. 274-278.
15. Пат. 86682 Российская Федерация, F16B 3/00. Шпоночное соединение [Текст] / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2008152632/22; заявл. 29.12.2008; опубл. 10.09.2009 Бюл. №25. - 2 с.
16. Пат. 2402701 Российская Федерация, F16D 1/09. Съёмная ступица для монтажа вращающегося элемента на приводном валу / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2009119273/11; заявл. 21.05.2009; опубл. 27.10.2010 Бюл. №30. - 9 с.
17. Пат. 2428295 Российская Федерация, B23P11/02. Способ соединения с натягом деталей вал-втулка А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2010100664/02; заявл. 11.01.2010; опубл. 10.09.2011 Бюл. №25. - 7 с.

References

1. Lebedev, A. Reliability and efficiency of vacuum pumps: monograph / A. Lebedev, A. Zakharin // Stavropol: AGRUS of the Stavropol State University. agrarian University, 2013. 148 p.
2. Chelomei, V Vibrations in Technology: A Handbook. In 6 volumes / V. Chelomei, I/ Artobolevsky, A. Bogolyubov [and others] // Т. 1. Oscillations of linear systems. - М.: Mechanical Engineering, 1978. 352 p.
3. GOST 26568-85. Vibration. Methods and means of protection. Classification. - М: Publishing house of standards. 16 p.
4. Lebedev, A. Reliability and efficiency of vacuum pumps: monograph / A. Lebedev A. Zakharin. Stavropol: AGRUS Stavropol State University. agrarian University, 2013. 148 p.
5. Zakharin, A. Basic directions of improving the design of rotary-type machines / A. Zakharin, P. Lebedev, R. Magomedov, R. Pavliuk, A. Lebedev, N. Rybalkin // Scientific thought. 2015. № 3. P. 63-68.
6. Lebedev, A. Theoretical preconditions and practical recommendations for increasing the efficiency of a vacuum pump of a plate type / A. Lebedev, A. Zakharin, R. Magomedov, N. Maryin // In the collection: New technologies in agriculture and food industry using electrophysical factors and ozone International Scientific and Practical Conference. 2014. P. 56-63
7. Lebedev, A., Increasing the efficiency of using a vacuum pump of the plate type by modernizing the structure during repair / A. Lebedev, A. Zakharin // Science in Central Russia. 2014. No. 3 (9). P. 54-59.
8. Pat. 43043 Russian Federation, F04C18 / 344. Rotary plate compressor / A. Lebedev, M. Krasnikov, P. Lebedev [and others]. - No. 2004125976/22; claimed. 30.08.2004; publ. 27.12.2004. Bul. №36. - 4 p.
9. Pat. 2333392 Russian Federation, F04C18 / 344 (2006.01). Rotary plate compressor / A. Lebedev, A. Zakharin, A. Slyusarev [and others]. - No. 2007108890/06; claimed. 09.03.2007; publ. 10.09.2008. Bul. № 25. - 5 p.
10. Repair of cars: training. allowance. Т. 2. Modern technologies for restoring the operability of parts and assembly units in the repair of machinery and equipment: A. Lebedev, A. Petrov, E. Zubrilina, [and others]. - Stavropol, 2011. 196 p.
11. Lee, R. Application of polymeric materials in bearing units for the manufacture and repair of machines: monograph / R. Li // Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Federal State. educational institution. prof. education "Michurinsky State Agrarian Un-t." Michurinsk, 2010. 160 p.
12. Lebedev, A. Optimization of the tightness value for fixed joints subjected to multiple razboro-assembly operations for the period of operation. / A. Lebedev, M. Pantukh, A. Slyusarev, P. Lebedev // Perfection of technologies and technical means in the agroindustrial complex: Sat. sci. tr. / StGAU.- Stavropol, 2005; Pp. 274-278.
13. Lebedev, A. Reliability and efficiency of keyed connections / A. Lebedev, R. Pavliuk, R. Magomedov, P. Lebedev, A. Zakharin // Stavropol, 2015. 140 p.

14. Lebedev, A. Optimization of the value of interference for fixed joints subjected to multiple razboro-assembly operations for the period of operation / A. Lebedev, M. Pantukh, A. Slyusarev, P. Lebedev // Perfection of technologies and technical means in agroindustrial complex: Sat. sci. tr. StGAU. Stavropol, 2005. P. 274-278.

15. Pat. 86682 Russian Federation, F16B 3/00. Key connection [Text] / A. Lebedev, R. Pavlyuk, R. Magomedov [and others]. - №2008152632 / 22; claimed. 29.12.2008; publ. 10.09.2009 Bul. №25. - 2 p.

16. Pat. 2402701 Russian Federation, F16D 1/09. Removable hub for mounting the rotating element on the drive shaft / A. Lebedev, R. Pavlyuk, R. Magomedov [and others]. - №2009119273 / 11; claimed. 21.05.2009; publ. 10/27/2010 Bul. № 30. - 9 p.

17. Pat. 2428295 Russian Federation, B23P11 / 02. Method of connection with the tension of the details of the shaft-bush A. Lebedev, R. Pavlyuk, R. Magomedov [and others]. - №2010100664 / 02; claimed. 11/01/2010; publ. 10.09.2011 Bul. №25. - 7 p.

Сведения об авторах

Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Павлюк Роман Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru.

Захарин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: anton-zaharin@mail.ru.

Лебедев Павел Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: zoya_lebedeva@mail.ru.

Шумский Александр Сергеевич, инженер, ассистент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11.

Information about authors

Lebedev Anatoly T., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Pavlyuk Roman V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Per. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru.

Zakharin Anton V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: anton-zaharin@mail.ru.

Lebedev Pavel A., Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: zoya_lebedeva@mail.ru.

Shumsky Alexander S., engineer, assistant of the department of technical service, standardization and metrology, FGBOU VO Stavropol State University, trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11..

УДК 621.926.32

А.Г. Минасян

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕСУРСА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛКОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Аннотация. Многочисленными исследованиями установлено, что в основном причиной отказа работы тяжело нагруженных деталей машин является износ поверхности их рабочих органов. Таковыми являются валки измельчителей, которые широко применяются, в том числе, в области переработки сельскохозяйственной продукции для дробления и измельчения зерновых материалов, кормов животного происхождения и др. Эффективность процесса измельчения увеличивается при использовании объемно-сдвиговых деформаций измельчаемого материала между валками измельчителя, что приводит к более интенсивному изнашиванию рабочих поверхностей валков. В связи с этим, с целью повышения долговечности валков предлагается современное техническое решение – «самофутеровка» рабочей поверхности валков с помощью самого измельчаемого материала. Для обеспечения «самофутеровки» необходимо на рабочей поверхности валков нанести наплавкой по определенной схеме отдельные ячейки, в которые набивается материал в процессе измельчения и предохраняет рабочие поверхности валков от интенсивного износа. Однако в этом случае быстрее изнашиваются выступающие наплавленные рифлы, что приводит к нарушению условий «самофутеровки». В связи с этим выбор наплавленного материала, его состав и свойства, расчеты режимов наплавки, от чего в конечном итоге зависит качество наплавки, а, следовательно и долговечность наплавленной поверхности, является актуальной задачей. Целью работы является обоснование выбора материала и расчет оптимальных параметров режимов наплавки рабочих поверхностей валков измельчителей, увеличивающих их эксплуатационную надежность. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: выбран рациональный метод наплавки - автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса; выбран материалы для наплавки - наплавочные проволоки Т-620 и Т-590, флюс - АН-348А; произведен аналитический расчет оптимальных параметров режимов наплавки - диаметр электродной проволоки, скорость подачи проволоки и скорость наплавки, сила, род и полярность тока, падение напряжение на дуге, вылет и расположение электрода по отношению к наплаваемой поверхности. Выбранный способ наплавки, материалы и параметры режима для наплавки на рабочей поверхности валков рельефной сетки, позволяют повысить их износостойкость и в целом увеличивают долговечность валков измельчителей.

Ключевые слова: рабочая поверхность, измельчитель, валки, «самофутеровка», наплавка, параметры наплавки, упрочнение, износостойкость, долговечность.

INCREASING THE OPERATING RESOURCE OF WORKERS SURFACE OF VOLCANUM MILLERS

Abstract. Numerous studies have established that the main reason for the failure of the work of heavily loaded machine parts is the wear of the surface of their working organs. Such details are the shredders of shredders, which are widely used, including in the field of processing agricultural products for crushing and grinding grain materials, animal feed, etc. The efficiency of the grinding process increases with the use of volume-shear deformations of the ground material between the shredders of the shredder that leads to more intensive wear of the working surfaces of the rolls. In connection with this, in order to improve the durability of the rolls operation, a modern technical solution is proposed - "self-lining" of the working surface of the rolls with the help of the grind material itself. To ensure "self-lining", it is necessary to apply on the work surface of the rolls a number of separate cells, which are stuffed into the material during the grinding process, and protect the working surfaces of the rolls from intensive wear. However, in this case, the deposited welded reefs wear out faster, which leads to violation of the conditions of "self-lining". In connection with this, the search for a choice of the deposited material, its composition and properties, calculations of the deposition regimes, which ultimately determines the quality of the surfacing, and hence the durability of the welded surface, is an urgent task. The purpose of the work is to substantiate the choice of material and calculate the optimal parameters for surfacing the working surfaces of the shredder rolls, increasing their operational reliability and durability. To achieve this goal, the following tasks were solved: a rational method of surfacing was chosen - automatic arc-arc surfacing under a flux layer; selected materials for surfacing - surfacing wires T-620 and T-590, flux - AN-348A; the analytical calculation of the optimal parameters of the deposition regime is carried out - the diameter of the electrode wire, the wire feed speed and the deposition rate, the strength, the genus and polarity of the current, the arc voltage drop, the outflow and the electrode location with respect to the deposited surface. The chosen method, materials and parameters of the regime for surfacing on the working surface of the rolls of the relief grid, increase their wear resistance and, on the whole, increase the operational durability of the shredder rolls. As a result of the study, a method for increasing the wear resistance of the working surfaces of the rolls of grinding aggregates is proposed. The calculation of the optimal parameters of the deposition regime has been performed, the fusible material, its composition and properties have been selected.

Keywords: working surfaces, grinders, rolls, "self-lining", surfacing, parameters of surfacing, hardening, wear resistance, durability.

Исследования показывают, что примерно 80-90 % отказов машин и оборудования, применяемых в различных отраслях народного хозяйства, происходит из-за износа узлов и деталей машин [1, 3]. В эту печальную статистику входят и валковые измельчители, их применяют очень широко, в том числе в области переработки сельскохозяйственной продукции, а именно, плющение грубых и зеленых кормов при производстве силоса и сенажа, дробление зерновых материалов, измельчение кормов животного происхождения и т.д. [4].

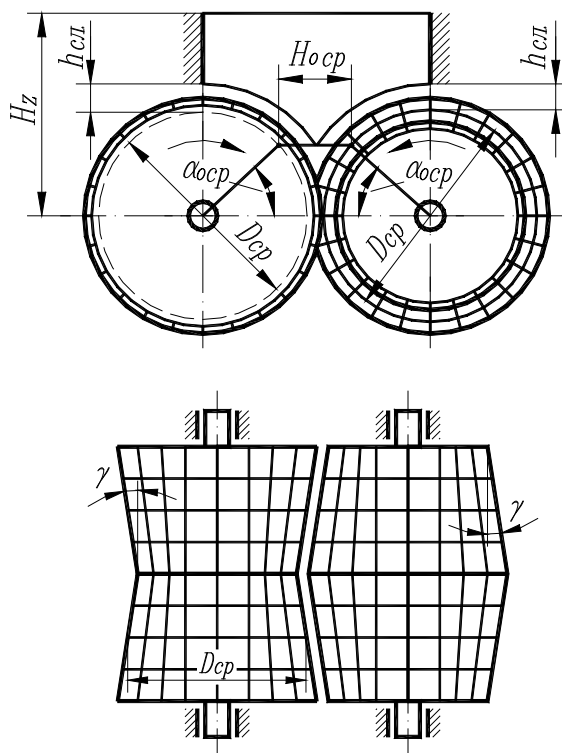
Анализ проведенных теоретических и опытно-промышленных экспериментальных исследований позволил установить, что к числу проблемных задач в области конструктивно-технологического совершенствования валковых измельчителей следует отнести: создание условий для реализации объемно-сдвиговых деформаций (ОСД) материалов, повышающих эффективность процесса измельчения [5-7]. Однако, реализация принципа ОСД в валковых измельчителях при наличии высоких усилий измельчения приводит к интенсивному износу рабочих поверхностей помольных агрегатов, что снижает эксплуатационную надежность и стабильность функциональных технологических параметров измельчителей.

Многочисленные исследования показывают, что проблема повышения износостойкости является проблемой комплексной [5, 7]. При создании рабочих органов тяжело нагруженных машин большое значение имеет не только их конструктивное оформление, но и материалы, из которых их изготавливают, так как материаловедческое направление является определяющим с точки зрения обеспечения износостойкости, прочности, а, следовательно, и долговечности рабочих органов.

В связи с этим в настоящее время материаловедческие задачи в проблеме повышения надежности узлов трения решаются на базе экспериментальных исследований в двух основных направлениях: а) разработка новых марок износостойких материалов; б) изменение свойств упрочнением рабочей поверхности деталей. Что касается первого направления, то имеющиеся в настоящее время материалы не отвечают требованиям износостойкости деталей, работающих в условиях трения при больших знакопеременных нагрузках. Второе направление получило широкое применение, так как практика упрочняющих технологий однозначно указывает, что их эффективность обусловлена не только повышением поверхностной твердости, но главным образом, комплексным воздействием на структуру, физическое и механическое состояние поверхностного слоя.

С целью повышения износостойкости рабочих поверхностей валков для измельчения материалов рядом исследователей [8, 9] разработаны технические решения – «самофутеровка» рабочей поверхности валков с помощью самого измельчаемого материала. Сущность «самофутеровки» заключается в нанесении на рабочей поверхности валков рельефной сетки (рис. 1) по различным схемам (квадрат, прямоугольник, ромб, трапеции) в виде отдельных «замкнутых» фигур - ячеек. В процессе измельчения происходит запрессовка материала в ячейки, исключая при этом его сдвиговые деформации относительно рабочей поверхности валков, и, обеспечивая самоизмельчение материала в слое, что в конечном итоге предохраняет рабочие поверхности валков от интенсивного износа. При расчете условий «самофутеровки» валков измельчителей, [9] рекомендованы оптимальные формы и размеры ячеек, а также способ нанесения рифлей - наплавка.

Однако здесь имеется ряд нерешенных задач. Поскольку после «самофутеровки» в процессе измельчения участвуют запрессованный в ячейки материал и образованные наплавкой рифли (кромки), то в данных условиях износу подвергаются не поверхности валков, а выступающие рифли наплавленной ячейки. При изнашивании рифлей до определенной высоты происходит нарушение условий «самофутеровки». В связи с этим поиск выбора наплавляемого материала, его состав и свойства, расчеты режимов наплавки, от чего в конечном итоге зависит качество наплавки, следовательно, и долговечность наплавленной поверхности, является актуальной задачей.



D_{cp} – средний диаметр валков, α_{0cp} – угол захвата валков,
 $h_{сл}$ – высота слоя измельчаемого материала, H_{0cp} – ширина захватываемого материала, H_z – расстояние от оси валков до края бункера,
 γ – угол наклона валков

Цель работы – обоснование выбора материала и расчет оптимальных режимов наплавки рабочих поверхностей валков измельчителей, увеличивающих их долговечность и эксплуатационную надежность.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить факторы, влияющие на эффективность процесса наплавки;
- выбрать рациональный метод наплавки;
- выбрать необходимые материалы наплавки;
- произвести расчет оптимальных параметров режимов наплавки.

Для выбора рационального способа наплавки валков целесообразно пользоваться методикой [10], основанной на последовательном рассмотрении восстановления деталей согласно требованиям долговечности, надежности и технико-экономической эффективности.

Всем требованиям в наибольшей степени отвечает автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса. Для этого способа характерны высокая скорость и производительность процесса, возможность получения слоев с необходимыми физико-механическими свойствами, простота осуществления процесса, возможность получения наплавленного слоя толщиной до 12 мм и более, (что очень важно для нанесения рифлей на валках), хорошие условия труда, связанные с отсутствием разбрызгивания электродного металла.

Исследования позволяют в качестве электродного материала для наплавки валков выбрать наплавочные проволоки Т-620 и Т-590 (можно применять и штучные электроды той же марки). Металл, наплавленный этими электродными материалами, превосходит по износостойкости сталиниты в 1,5...2 раза, а сталь 110Г13Л - в 2...2,5 раза [1].

Химический состав и свойства металла, наплавленного этими электродными материалами, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав и свойства металла, наплавленного электродными материалами Т-620, Т-590

Марка электродного материала	Содержание, %							Твердость после наплавки, HRC	
	C	Si	Mn	Cr	B	Ti	Тип электродного материала		
1	T-620	3,2	2,2	1,2	23,0	1,5	1,0	ЭН-У30Х25Р2С2ТГ-55	55-62
2	T-590	3,2	2,2	1,2	25,0	1,0	—	ЭН-У30Х25Р2С2Г-60	57-65

Расчет параметров режимов наплавки. Основными параметрами режима наплавки являются: диаметр электродной проволоки, состав и грануляция флюса, скорость подачи проволоки и скорость наплавки, сила, род и полярность тока, напряжение на дуге, вылет и расположение электрода по отношению к наплавляемой поверхности. Диаметр электродов подбирают в зависимости от толщины наплавляемого слоя, поэтому выбираем диаметр электродов 3 мм, флюс - плавные высоко-кремниевые марганцовистые АН-348А, (химический состав -SiO₂ = 41,0-44,0 %; MnO = 34,0-38,0 %; CaO ≤ 6,5 %; AlO₃ ≤ 4,5 %; Fe₂O₃ = 2,0 %; S = 0,15 %; P = 0,12 %) мелкой грануляции с зерна размером (0,25-0,6)·10⁻³ м, которые плотно прикрывают сварочную ванну, улучшая формирование шва. Вылет электрода выбираем в зависимости от диаметра проволоки и требуемой глубины проплавления. С увеличением вылета электрода повышается скорость наплавки, и глубина проплавления уменьшается. В этом случае снижается степень влияния основного металла на состав наплавленного слоя, в наплавленном слое будет содержаться преимущественно металл проволоки. Исходя из этого, вылет проволоки принимаем 20·10⁻³ м.

Величину тока выбираем в зависимости от диаметра электрода и подсчитаем по формуле

$$I_n = K \cdot d_{эл}, \quad (1)$$

где $d_{эл}$ - диаметр электрода, мм;

K - коэффициент наплавки, $K = 35 \dots 60$, А/мм.

При выборе рода тока для наплавки предпочтительным является постоянный ток, а полярность - обратная.

Напряжение на дуге изменяется в сравнительно узких пределах и зависит от длины дуги

$$U = U_{ак} + E_э \cdot l, \quad (2)$$

где $U_{ак}$ - падение напряжения на аноде и катоде ($U_{ак} = 15 \dots 20$ В);

$E_э$ - напряженность электрического поля в столбе дуги ($E_э = 2 \dots 3$ В/мм);

l - длина дуги, мм,

$$l = (d_{эл} + 2)/2. \quad (3)$$

Скорость перемещения дуги относительно детали, т.е. скорость наплавки

$$V_n = A_l / I_n, \quad (4)$$

где A_l - коэффициент пропорциональности ($A_l = 3180$ Ам/час).

Скорость подачи электродной проволоки V , м/ч, находим по формуле

$$V = \frac{4K_n \cdot I_n}{\pi \cdot d_э \cdot \rho}. \quad (5)$$

Массу наплавленного металла Q_n , кг, определяем

$$Q_n = I_n \cdot T_o \cdot K_n = \frac{I_n \cdot L \cdot K_n}{V_n}, \quad (6)$$

где T_o - время горения дуги ($T_o = L/V_n$);

L - длина наплавленного валика;

K_n - коэффициент наплавки ($K_n = 10 \dots 15$ г/А·ч).

Расход электроэнергии W , кВт ч, на наплавку валков определяем по формуле

$$W = \frac{U \cdot I_n \cdot T_o}{\eta \cdot 1000} + P_x (T_n - T_o), \quad (7)$$

где η - к.п.д. источника питания дуги при нагрузках, близких к номинальным (для источников постоянного тока $\eta \approx 0,55$);

P_x - мощность, потребляемая источником при холостом ходе (для источников постоянного тока $P_x = 0,2 \dots 0,4$ кВт);

T_n - полное время наплавки, можно принять $T_n = 1,5 \cdot T_o$.

Результаты расчетов параметров режима наплавки приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Режим наплавки рабочих поверхностей валков измельчителей

Способ наплавки	Марка электродного материала	Марка флюса	Ток, А	Напряжение дуги, В	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость наплавки, м/ч	Скорость подачи электрода, м/ч	Твердость после наплавки, HRC	Расход электро-энергии, кВт·ч
Автоматическая под флюсом	T-590 T-620	АН-348А	180	26	3	17,6	64,8	57÷65 55÷62	24,2

Таким образом, выбран наплавляемый материал, его состав и свойства. Произведен аналитический расчет рациональных параметров режима наплавки для нанесения на рабочей поверхности валков рельефной сетки по различным схемам, увеличивающих долговечность и эксплуатационную надежность валков измельчителя.

Библиография

1. Минасян А. Г. Исследование процессов износа рабочих органов пресс-валковых измельчителей и совершенствование их конструкции: Дисс...канд. техн. наук. Спец. 05.02.13, 05.02.08 Белгород: БелГТАСМ, 2000, 198 с.
2. Водолазская Н.В., Стребков С.В. Надежность и эксплуатация технических систем: монография. Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. 151 с.
3. Водолазская Н.В. Совершенствование системы ТОиР за счет повышения надежности используемой ремонтной оснастки // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Материалы XX Международной научно-производственной конференции. Том2. Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. С. 21-22
4. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Вертий А.А. Теоретические исследования измельчителя стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 3 (11). С. 24–34.
5. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Вертий А.А., Корчагина Е.Е. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 1 (13). С. 23–32.
6. Минасян А.Г., Пастухов А.Г., Шарая О.В. Оценка напряженно-деформированного состояния сегмента пресс-валкового измельчителя // Технология машиностроения № 3. 2016. С.43-46.
7. Колесников А.С. Перемешивающее устройство для повышения степени экстрагирования пектина из свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. №4(8). С. 10-17.
8. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Бережная И.Ш. Экспериментальные исследования режимов электро-механического упрочнения детали типа «плунжер» // Труды ГОСНИТИ, 2017. Т.129 С. 148-157

9. Решение по заявке №4929228 от 22.04.91. Валковый измельчитель / В.С. Севостьянов, А.А. Романович и др.
10. Севостьянов В.С., Калашников А.Т., Минасян А.Г. Расчёт условий самофутеровки конических валков пресс-валкового измельчителя // Машины и комплексы для новых экологически чистых производств строительных материалов. Белгород: БТИСМ. 1994. С. 14 – 21.
11. Лейначук Е.А. Электродуговая наплавка деталей при абразивном и гидроабразивном износе. Киев.: Наукова думка, 1985. 159 с.

References

1. Minasyan AG Investigation of wear processes of working parts of press roller schippers and improvement of their design: Diss ... Cand. tech. sciences. Specialist. 05.02.13, 05.02.08 Belgorod: BelGTASM, 2000, 198 with.
2. Vodolazskaya NV, Strebkov S.V. Reliability and operation of technical systems: monograph. Belgorod: FGBOU VO Belgorod State University, 2017. 151 p.
3. Vodolazskaya N.V. Improvement of the maintenance system by improving the reliability of the used tooling // Problems and prospects of innovative development of agrotechnology: Materials of the XX International Scientific and Production Conference. Volume2. Belgorod: Publishing house FBOU VO Belgorod State University, 2016. P. 21-22.
4. Volvak SF, Bakharev DN, Verti AA Theoretical studies of the shredder of stalked forages with pendant hinged knives // Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. 2016. No. 3 (11). Pp. 24-34.
5. Volvak SF, Bakharev DN, Verti AA, Korchagina E.E. Theoretical justification of the power costs for crushing stalked forages with a shredder with pendant hinged knives // Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. 2017. No. 1 (13). Pp. 23-32.
6. Minasyan AG, Pastukhov AG, Sharaya O.V. Evaluation of the stress-strain state of the segment of a press roller shredder // Technology of Mechanical Engineering No. 3. 2016. P.43-46.
7. Kolesnikov A.S. Stirring device for increasing the extraction rate of pectin from beet pulp // Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. 2015. № 4 (8). Pp. 10-17.
8. Pastukhov AG, Sharaya OA, Berezhnaya I.Sh. Experimental studies of the electromechanical hardening regimes of a "plunger" type part. // Proceedings of the GOSNITI, 2017. T.129 P. 148-157.
9. Decision on the application No. 4929228 of 22.04.91. Roller mill. V.S. Sevostyanov, A.A. Romanovich and others.
10. Sevostyanov VS, Kalashnikov AT, Minasyan AG Calculation of conditions for self-lining of conical rolls of a press roller shredder // Machines and complexes for new environmentally friendly production of building materials. Belgorod: BTISM. 1994. P. 14 - 21.
11. Leinachuk E.A. Electric arc surfacing of parts in abrasive and hydroabrasive wear. Kiev: Naukova Dumka, 1985. 159 p.

Сведения об авторах

Минасян Алексан Гургенович 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, +79103232415, AlikMun@yandex.ru.

Information about authors

Minasyan Alexandre Gurgenovitch Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Machine Design, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, +79103232415, AlikMun@yandex.ru.

УДК 633.1: 632.727: 632.9

**В.В. Очинский, А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев,
Н.А. Рыбалкин**

МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ УНИЧТОЖЕНИЯ САРАНЧИ КВАРЦЕВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Аннотация. Приведен современный экологичный способ уничтожения масс саранчи. Он заключается в механическом уничтожении насекомых посредством расстрела масс вредителей кварцевым песком пескоструйным аппаратом на мобильной платформе. Это дает возможность «точечного» уничтожения гнездовой саранчи. Ежегодно на Юге России происходит нашествие саранчевых вредителей. Так на Ставрополье в 2017 году саранча распространилась на территорию 16 районов, заняв более 355 гектаров. На сегодняшний день, только регулярная распашка обширных территорий приводит к разрушению подавляющего большинства кубышек и, соответственно, к резкому снижению их численности. Однако такой подход, так же, как и широкое использование акрицидов, проблематичен с общеэкологической точки зрения. После воздушной разведки с помощью беспилотных летательных аппаратов и определения мест обитания подрастающей саранчи и оценки их количества на место выдвигаются транспортные средства, оборудованные устройством для уничтожения саранчи. Способ для уничтожения саранчи на земле, в местах скоплений, состоящий в распылении ядохимикатов с самолета довольно эффективный, но экологически опасный. Наряду с саранчой погибают пчелы, отравляются дикие и домашние животные. Устройство для осуществления способа механического уничтожения саранчи включает транспортное средство повышенной проходимости с платформой и пескоструйный аппарат, при этом пескоструйный аппарат и стойка закреплены на платформе, причем наконечник с соплом соединен шлангом с пескоструйным аппаратом и закреплен на стойке с возможностью ограниченного изменения его направления с помощью шарового шарнира. Здесь же располагается оператор пескоструйного аппарата, может находиться компрессор и запас песка. В качестве поражающих элементов используется просеянный и промытый кварцевый песок, обладающий достаточной кинетической энергией, источником которой является поток сжатого воздуха.

Ключевые слова: саранча, механическое уничтожение, пескоструйный аппарат, скорость движения частиц, экологический метод.

MECHANICAL WAY OF DESTRUCTION OF LOCUSTS BY QUARTZ ELEMENTS

Abstract. The modern ecological way of mass destruction of locusts is resulted. It consists in the mechanical destruction of insects by the mass destruction of pests with quartz sand by a sandblasting apparatus on a mobile platform. This enables the "point" destruction of locust nesting. Very often, the imposition of anthropogenic influences and climatic changes leads to an increase in the number of locusts, often catastrophic. Every year in the South of Russia, an invasion of locust pests occurs. So in the Stavropol region in 2017 locusts spread to the territory of 16 districts, occupying more than 355 hectares. To date, only the regular plowing of vast areas leads to the destruction of the vast majority of egg capsules and, accordingly, to a sharp decrease in their numbers. However, this approach, as well as the widespread use of acridicides, is problematic from the general ecological point of view. After aerial reconnaissance using unmanned aerial vehicles and determining the habitats of the growing locust and estimating their quantity, vehicles equipped with a device for locust eradication are put in place. The method for destroying locusts on the ground, in places of accumulation, consisting in spraying pesticides from an aircraft is quite effective, but environmentally dangerous. Along with locusts apiaries die, wild and domestic animals are poisoned. The device for carrying out the method for mechanically destroying locusts includes a cross-country vehicle with a platform and a sand blasting machine, the sandblasting machine and the stand being fixed to the platform, the nozzle with the nozzle being connected by a hose to the sandblaster and fixed to the stand with the possibility of a limited change in its direction by means of a ball hinge. Here is the operator of the sandblasting machine, there can be a compressor and a reserve of sand. As damaging elements, sifted and washed quartz sand is used, which has sufficient kinetic energy, the source of which is the compressed air stream. Quartz sand is a natural material, its settling on the soil after treatment does not harm the soil cover, and because of mechanical agrotechnical influences it mixes with it.

Keywords: locust, mechanical destruction, sandblasting machine, particle velocity, ecological method.

Введение. Одним из направлений в стратегическом развитии агропромышленного комплекса Российской Федерации является поддержание здоровой фитосанитарной обстановки посевов за счет борьбы вредными насекомыми.

Ежегодно на Юге России происходит нашествие саранчевых вредителей. Так на Ставрополье в 2017 году саранча распространилась на территорию 16 районов, заняв более 355 гектаров.

На Ставрополье насчитываются несколько десятков видов саранчовых, способных наносить повреждения сельскохозяйственным культурам, из которых наиболее опасными признаны три их стадных вида: итальянский прус (*Calliptamus italicus* L.); азиатская перелетная саранча (*Locusta migratoria* L.) и марокканская саранча (*Docostaurus maroccanus* Thnb). Именно эти виды насекомых не поддаются существенному влиянию защитных мероприятий.

Насекомые не только активно уничтожают посевы, но и создают препятствия движению транспорта. Дорожное покрытие полностью покрывается саранчой, и машины теряют сцепление с асфальтом [1].

18 мая 2018 года в связи со сложившейся фитосанитарной ситуацией по марокканской саранче распоряжением Губернатора Ставропольского края на территории Ставропольского края введен режим чрезвычайной ситуации. Заселение выявлено в 7 районах края: Левокумском, Нефтекумском, Апанасенковском, Арзгирском, Буденновском, Ипатовском и Туркменском районах на общей площади 90,9 тыс. га со средней численностью от 56 до 90 экз./м², что превышает экономический порог вредоносности в 30 раз. В крае задействовано 30 единиц наземной техники и 6 авиабортов [1, 2].

Очень часто наложение антропогенных воздействий и климатических изменений приводит к нарастанию численности саранчовых, нередко – катастрофическому. Именно в такие периоды наносимый ими ущерб может превысить все допустимые пределы, и это заставляет обращаться к тем или иным методам управления их популяциями. К сожалению, какого-то идеального, а тем более единственного способа нет. На сегодняшний день, только регулярная распашка обширных территорий приводит к разрушению подавляющего большинства кубышек и, соответственно, к резкому снижению их численности. Однако такой подход, так же, как и широкое использование акрицидов, проблематичен с общеэкологической точки зрения.

Способ для уничтожения саранчи на земле, в местах скоплений, состоящий в распылении ядохимикатов с самолета довольно эффективный, но экологически опасный.

Наряду с саранчой погибают пчелы, отравляются дикие и домашние животные. Почва на долгое время остается зараженной, многие растения гибнут или замедляют свое развитие. Так же велики затраты хозяйств на ядохимикаты. Существенную роль в этом неизбежном процессе играет и погода, например дождь или ветер.

Применение одних лишь ядохимикатов не дает ожидаемого результата. Для борьбы с этими вредителями необходимо комплексное воздействие, включающее, кроме химии, и механическое уничтожение, и профилактику дальнейшего размножения, и биологические методы.

Разработка экологического способа уничтожения саранчи, повышающего и эффективность борьбы, представляет практический интерес.

Объект и методика исследований. Механическое уничтожение агротехническими способами борьбы, включающими культивацию, боронование и лушение, позволяет избавиться лишь от части взрослых особей, что почти бесполезно во время массового нашествия вредителей [3].

Известно [4], что саранча откладывает яйца в сырую почву в августе - сентябре в виде кубышки - капсулы из затвердевших пенных выделений, окружающих порцию яиц, за пределами сельхозугодий. Количество кубышек на 1 м² порой превышает 2000 штук.

Яйца обычно зимуют, а весной из них выходят личинки, внешне похожие на взрослых, но мельче и без крыльев. Отрождение происходит между началом мая и началом июня. Личинки пять раз линяют и после завершающей линьки у них появляются крылья. Это быстрый процесс, завершаемый в течение 4-5 дней на каждой стадии. От появления личинок до становления саранчи «на крыло» проходит около 40 дней - время, которое позволяет с помощью современных средств обнаружения определить места ее дислокации (гнездовья) и подготовиться к ее уничтожению непосредственно до начала перелетов на новые источники питания. Известно, что количество особей саранчи в местах гнездовий может достигать многих миллионов (до миллиарда) и когда эта рать поднимется в воздух, и при попутном ветре

за световой день будет преодолевать 100-150 км, атакуя культурные посевы, мало никому не покажется. Тогда уничтожение саранчи будет эквивалентно уничтожению урожая. Поэтому лучшим способом ликвидации саранчи будет ее уничтожение на земле, пока она еще не встала «на крыло».

Максимальная площадь поражения (рис. 1), будет зависеть от угла α наклона соплодержателя и оптимального значения угла раствора - $2\beta \approx 20^\circ-30^\circ$.

Для моделирования и расчета площади поражения введем систему координат с началом в точке O , направлением оси абсцисс вдоль OA . Треугольник строим так, чтобы он находился в первой четверти системы координат, и затем, построив проекцию ограничивающуюся гипотенузами от L_{\min} до L_{\max} , будет сектор поражения (рис. 1).

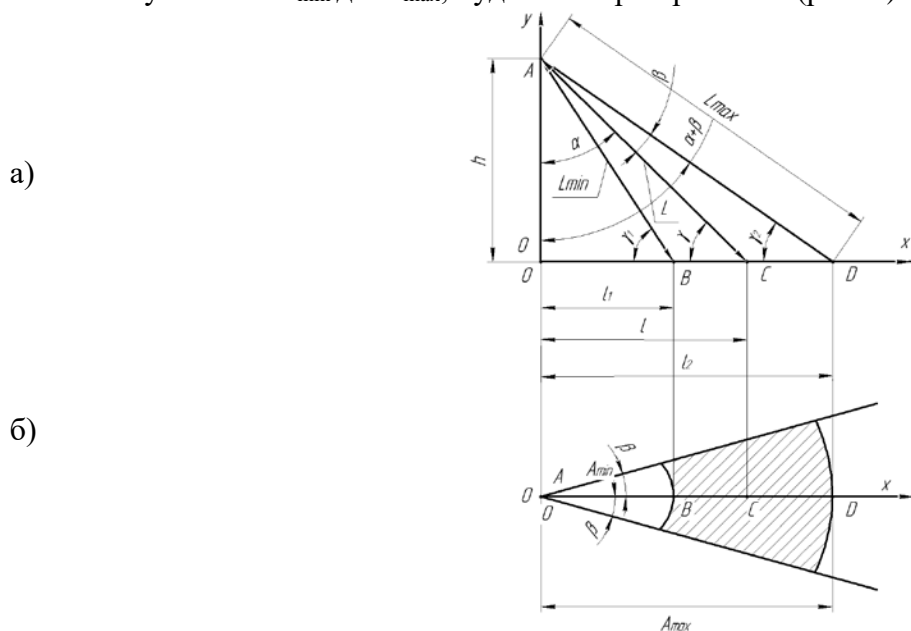


Рис. 1. Определение площади поражения пескоструйной установкой уничтожения саранчи
 а – построение треугольников OAB , OAC , OAD ;
 б – построение проекции от треугольников для определения сектора поражения

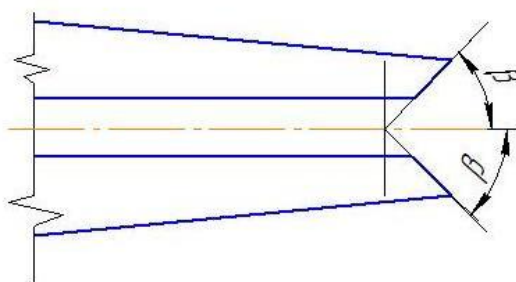


Рис. 2. Схема зависимости площади поражения от геометрии сопла

Определим площадь поражения, она будет равна:

$$A = A_{\max} - A_{\min}, \quad (1)$$

Определим значение A_{\max} она будет равна площади треугольника DAO умноженное на высоту, то есть получим длину окружности, наша окружность ограничена углом 2β (рисунок 2)

$$A = \frac{\pi \theta^2}{4}, \quad (2)$$

Проведя некоторые преобразования, получим:

$$\frac{\pi R_{\max}^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{h^2}{\cos^2(\alpha + \beta)}, \quad (3)$$

Тогда площадь минимального сектора от треугольника ВАО:

$$\frac{\pi R_{\min}^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{h^2}{\cos^2(\alpha - \beta)} \quad (4)$$

Также проведем аналогичные расчеты для других треугольников, результаты которых занесены в таблицу 1.

Таблица 1 - Определение оптимального угла наклона соплодержателя и подбор угла раствора при высоте 2 метра

№ п/п	Угол наклона пистолета $\alpha, ^\circ$	Значения угла раствора $\beta, ^\circ$	Площадь поражения, м ²
1.	30	45	5,5
2.	45	30	30
3.	30	30	6
4.	50	30	6,4
5.	50	15	10

Теоретически наибольшая площадь распыла 30 м² получена при наклоне пистолета относительно горизонта $\alpha=45$ и β - угла распыления раствора сопла.

Результаты исследований и их обсуждение. Способ механического уничтожения состоит в «расстреле» масс саранчи «картечью». В качестве поражающих элементов используется просеянный и промытый кварцевый песок, обладающий достаточной кинетической энергией, источником которой является поток сжатого воздуха. Энергии одной кварцевой песчинки с размерами примерно 1,5 × 1,5 × 1,5 мм, при удельном весе кварца 2,6 г/см³ и скорости движения примерно 650 км/час (180 м/с) составит примерно 0,14 Дж. Этого более, чем достаточно даже для поражения одной взрослой особи саранчи массой 20...25 г, не говоря уже о подрастающей молодежи. Для сравнения энергия пули, выпущенной из современного пневматического ружья, составляет примерно 5 Дж (примерно в 36 превышает энергию одной песчинки), способна серьезно травмировать человека на расстоянии до 10 м массой более чем в 3000 раз превышающей массу одной особи саранчи. Если учесть, что 1 кг кварцевого песка содержит порядка 10-12 тысяч песчинок, то для уничтожения одного миллиона особей саранчи потребуется от 100 до 300 кг подготовленного песка в зависимости от коэффициента поражения и количества особей на 1 м².

Устройство для осуществления способа уничтожения саранчи (рис. 3) включает транспортное средство 1 повышенной проходимости с платформой 2 и пескоструйный аппарат 3, при этом пескоструйный аппарат 3 и стойка 4 закреплены на платформе 2, причем наконечник 5 с соплом 6 соединен шлангом 7 с пескоструйным аппаратом 3 и закреплен на стойке 2 с возможностью ограниченного изменения его направления с помощью шарового шарнира 8 [5]. Здесь же располагается оператор пескоструйного аппарата, может находиться компрессор и запас песка.

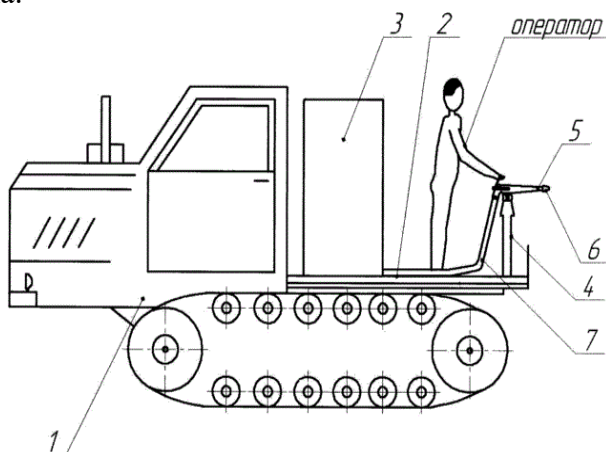


Рис. 3. Устройство для осуществления способа уничтожения саранчи

После воздушной разведки с помощью беспилотных летательных аппаратов и определения мест обитания подрастающей саранчи и оценки их количества на место выдвигаются транспортные средства, оборудованные устройством для уничтожения саранчи. Расчеты показывают, что при диаметре сопла порядка 30 мм с КПД 0,1 и начальной скоростью движения частиц примерно 150 м/с, без учета времени на перемещение устройства, потребуется не более 10 минут для уничтожения одного миллиона особей саранчи, так как плотность кулиг саранчи может достигать 80000 личинок/м² для 1-го возраста и 7000 личинок/м² для 5-го возраста [3].

Экспериментально был установлен оптимальный угол наклона сопла пескоструйного аппарата в 45° относительно горизонта, при котором максимальная длина полета поражающих элементов составила 2,4...2,7 м, площадь поражения 30 м².

В устройство для осуществления уничтожения саранчи непосредственно в пескоструйный аппарат 3 засыпают промытый и откалиброванный кварцевый песок (1...1,5) мм, далее транспортное средство 1 повышенной проходимости с платформой 2 приезжает к месту высокой концентрации саранчи до «постановки на крыло». Затем наконечник 5 пескоструйного аппарата 3, закрепленный на платформе 2 с помощью шарового шарнира 8, направляется на скопление саранчи, включается пескоструйный аппарат и песку под действием сжатого воздуха придается начальная скорость истечения из сопла с заданной скоростью, при которой кинетической энергии каждой песчинки оказалось достаточной (0,1...0,15 Дж) для поражения саранчи. При этом наконечник 5 с соплом 6 могут менять направление для повышения эффективности поражения. При этом транспортное средство с работающим пескоструйным аппаратом может передвигаться по местности, где обитает саранча, обрабатывая поверхность до полного уничтожения.

Перемещение сопла должно проводиться плавно и с постоянной скоростью и перпендикулярно к поверхности. Сопло следует держать под таким углом, который бы уменьшал распыл вблизи сопла, а заряд частиц имел бы максимальную энергию при ударе и большой диапазон удара. Следы от воздушной струи с частицами должны слегка перекрывать друг друга. Такой подход гарантирует качественную обработку территории занятую саранчой.

Кварцевый песок является природным материалом, его оседание на почве после обработки не нанесет вреда почвенному покрову, а вследствие механических агротехнических воздействий перемещается с ним.

Заключение. Предлагаемое изобретение повышает мобильность технических средств уничтожения саранчи, дает возможность «точечного» уничтожения ее гнездовых, сокращает затраты и является наиболее экологичным среди всех известных способов борьбы с этим вредителем.

Библиография

1. <http://etokavkaz.ru/news/26846>
2. http://www.intech-gmbh.ru/compr_main_parameters.php.
3. <http://indasad.ru/zashchitnye-meropriyatiya/3543-borba-s-saranchoj>
4. <http://www.zoodrug.ru/topic1160.html>
5. Пат. 2626632 Российская Федерация, А01М27/00 (2006.01). Ротационный Способ механического уничтожения саранчи и устройство для его осуществления / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, [и др]. - №2016137246; заявл. 16.09.2016; опубл. 31.07.2017. Бюл. №22. - 4 с.

References

1. <http://etokavkaz.ru/news/26846>
2. http://www.intech-gmbh.ru/compr_main_parameters.php.
3. <http://indasad.ru/zashchitnye-meropriyatiya/3543-borba-s-saranchoj>
4. <http://www.zoodrug.ru/topic1160.html>
5. Pat. 2626632 Russian Federation, A01M27 / 00 (2006.01). Rotary method of mechanical destruction of locusts and a device for its implementation / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, [and others]. - №2016137246; claimed. 16/09/2016; publ. 07/31/2017. Bul. №22. - 4 p.

Сведения об авторах

Очинский Виктор Всеволодович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11.

Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Павлюк Роман Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru.

Захарин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: anton-zaharin@mail.ru.

Лебедев Павел Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11. E-mail: zoya_lebedeva@mail.ru.

Рыбалкин Николай Александрович, магистрант 2-го года обучения факультета механизации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, д. 12, г. Ставрополь, Ставропольский край., Россия, 355017, Тел.: (8652) 35-95-11

Information about authors

Ochinsky Victor V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Per. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11.

Lebedev Anatoly T., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: lebedev.1962@mail.ru.

Pavlyuk Roman V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Per. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: roman_pavlyuk_v@mail.ru.

Zakharin Anton V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: anton-zaharin@mail.ru.

Lebedev Pavel A., Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Technical Service, Standardization and Metrology, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11. E-mail: zoya_lebedeva@mail.ru.

Rybalkin Nikolay Alexandrovich, master student of the second year of the Faculty of Agricultural Mechanization, FGBOU VO Stavropol State University, Trans. Zootechnical, 12, Stavropol, Stavropol Territory., Russia, 355017, Tel. : (8652) 35-95-11.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 338.246.027

О.С. Акупиян, Р.В. Капинос

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Аннотация. Статья исследует инновационные подходы к стимулированию развития сельских территорий Белгородской области. Отмечаются основные проблемы, связанные с ростом экономики сельских поселений: острый дефицит рабочей силы с точки зрения ее количества и качества, хронический недостаток собственных и заемных финансовых средств, низкий уровень экологической безопасности, недоступность инновационной техники, технологии и ресурсов, неразвитость дорожной и социальной инфраструктур, нереализованность государственных программ поддержки села, отсутствие или неразвитость системообразующих для села организаций и предприятий. Для решения обозначенных проблем в первую очередь необходимо ориентироваться на решение таких крупных блоков задач, как: воспроизводство трудовых ресурсов, государственное регулирование, экология. Прежде всего, для привлечения наиболее активной и производительной части работников села – молодежи, авторы предлагают введение сельских надбавок в размере ста процентов от ставок за аналогичные профессии в городе, а также ипотечное кредитование жилья под ноль процентов первые три года и под один процент последующие пять лет. В области экологии предлагается: использование уже накопленного опыта экопоселений Белгородского края, с использованием принципов органического земледелия, а также организация дальнейших экспедиций по изучению опыта эко-деревень и конфессиональных хозяйств.

Ключевые слова: инновации, сельские территории, XX, XXI век, Белгородская область, экономическая эффективность, сельскохозяйственный производственный кооператив, эко-деревни.

INNOVATIVE APPROACHES TO RURAL DEVELOPMENT

Abstract. The article explores innovative approach of stimulating the development of rural areas in the Belgorod region. The main problems associated with the growth of the economy of rural settlements are noted: the acute shortage of labor force in terms of its quantity and quality, the chronic lack of own and borrowed financial resources, the low level of environmental safety, the inaccessibility of innovative equipment, technology and resources, the underdevelopment of road and social infrastructures, the unfulfilled state programs for supporting the village, the lack or underdevelopment of system-forming organizations and enterprises for the village. To solve the above problems, first of all, it is necessary to focus on the solution of such large blocks of tasks as: reproduction of labor resources, state regulation, ecology. First of all, in order to attract the most active and productive part of the youth workers, the authors propose the introduction of rural allowances in the amount of one hundred percent of the rates for similar professions in the city, as well as mortgage lending to housing at zero percent for the first three years and at one percent next five years. In the field of ecology, it is proposed to: use the already accumulated experience of eco-settlements in the Belgorod region, using the principles of organic farming, and organize further expeditions to study the experience of eco-villages and confessional farms.

Keywords: innovations, rural areas, XX, XXI century, Belgorod region, economic efficiency, agricultural production cooperative, eco-villages.

Инновация (нововведение) предполагает формирование новых методов и подходов к стимулированию развития действительности. При этом усовершенствование существующих методов и подходов может считаться новшеством лишь в той степени, в какой оно вносит по-настоящему оригинальные тенденции в уже существующие подходы. Также следует понимать, что нововведение (инновация) отличается от новшества (новации) тем, что новые идеи реализованы на практике. В своем исследовании мы исходим из того, что сельская территория представляет собой открытую систему, разделенную на три тесно взаимосвязанных между собой блока: экология (первичные ресурсы и окружающая среда); экономика (производственная система и система инфраструктуры); общество. Эти три блока образуют целостную технологическую цепочку, нацеленную на обеспечение высокого качества жизни сельского населения [6].

Большинство современных российских исследователей в сфере региональной экономики отмечают именно эти три блока как основу для построения схемы функционирования экономики региона (А. Г. Гранберг, В. П. Орешин, О. С. Пчелинцев, Г. Г. Фетисов и др.) [6].

Такой подход носит глубокий научный смысл, поскольку невозможно достичь устойчивого развития блока «Экономика», включающего состав, структуру хозяйства, без одновременного роста социального блока, - в который входит ряд параметров демографической ситуации территории, благосостояние населения, уровень и качество жизни, закономерности и тенденции расселения, а также блока «Экология» - включающего в себя и качественные и количественные показатели, характеризующие состояние региональной экосистемы, и характеристику природно-ресурсного потенциала [6].

До 2014 года в научной дискуссии о развитии сельских территорий России основное внимание уделялось экологической безопасности продовольствия и обеспечению занятости сельского населения, однако введение экономических санкций в отношении РФ и ответное продовольственное эмбарго в отношении значительной части американской и европейской сельскохозяйственной продукции вновь поставили во главу угла проблему продовольственной безопасности как основы национальной безопасности в целом.

Таблица 1 - Основные современные проблемы сельских территорий Белгородской области и РФ

№	Категория проблемы	Описание проблемы	Классификация проблемы
1	2	3	4
1	Трудовые ресурсы	Дефицит рабочей силы с точки зрения количества и качества	Недостаток рабочей силы в сельскохозяйственном и промышленном производстве
			Недостаток рабочей силы в сфере обслуживания и услуг
			Недостаток рабочей силы в сфере культуры и образования
			Низкий уровень квалификации рабочей силы
2	Финансы	Дефицит финансовых ресурсов	Недостаток собственных финансовых средств
			Невозможность получения быстрых банковских и государственных кредитов – крупных сумм на длительные сроки
			Отсутствие масштабных инвестиций бизнеса и иностранных вложений
3	Экология	Низкий уровень экологической безопасности	Загрязнение глубинных и поверхностных вод
			Загрязнение, высушивание, заболачивание почвы
			Загрязнение воздуха выхлопными автомобильными и промышленными газами
4	Инновации	Дефицит инновационной техники, технологии, ресурсов	Недоступность инновационной техники и технологии
			Слабое развитие Интернета, его низкая скорость, перебои с мобильной связью
			Недоступность инновационной информации для села, её быстрое устаревание
5	Инфраструктура	Неразвитость подструктур АПК	Неразвитость дорожной инфраструктуры, общественного транспорта, высокие цены на топливо и отечественный автопром
			Неразвитость социальной инфраструктуры (школы, детсады, больницы)
6	Государственное регулирование	Неразвитость государственной системы поддержки села	Нереализованность государственных программ поддержки села
			Нереализованность государственных программ поддержки экодеревень
7	Реклама	Отсутствие или неразвитость агорекламы	Отсутствие полноценной рекламы сельского образа жизни в СМИ
			Неразвитость полноценной рекламы сельской продукции и услуг
8	Туризм	Неразвитость системы туризма в сельской местности	Недостаточное развитие аграрного туризма
			Недостаточное развитие экологического туризма
			Недостаточное развитие конфессионального туризма
9	Организационные центры	Отсутствие или неразвитость системообразующих для села организаций и предприятий	Недостаточное развитие социокультурных объектов (дворцов культуры, домов отдыха, санаториев, пансионатов)
			Недостаточное развитие перерабатывающих предприятий АПК, системы мини-заводов в сельской местности, неразвитость традиционных ремёсел
			Недостаточное развитие сельских конфессиональных хозяйств

Все эти проблемы можно объединить в экономический, социальный и экологический блоки.

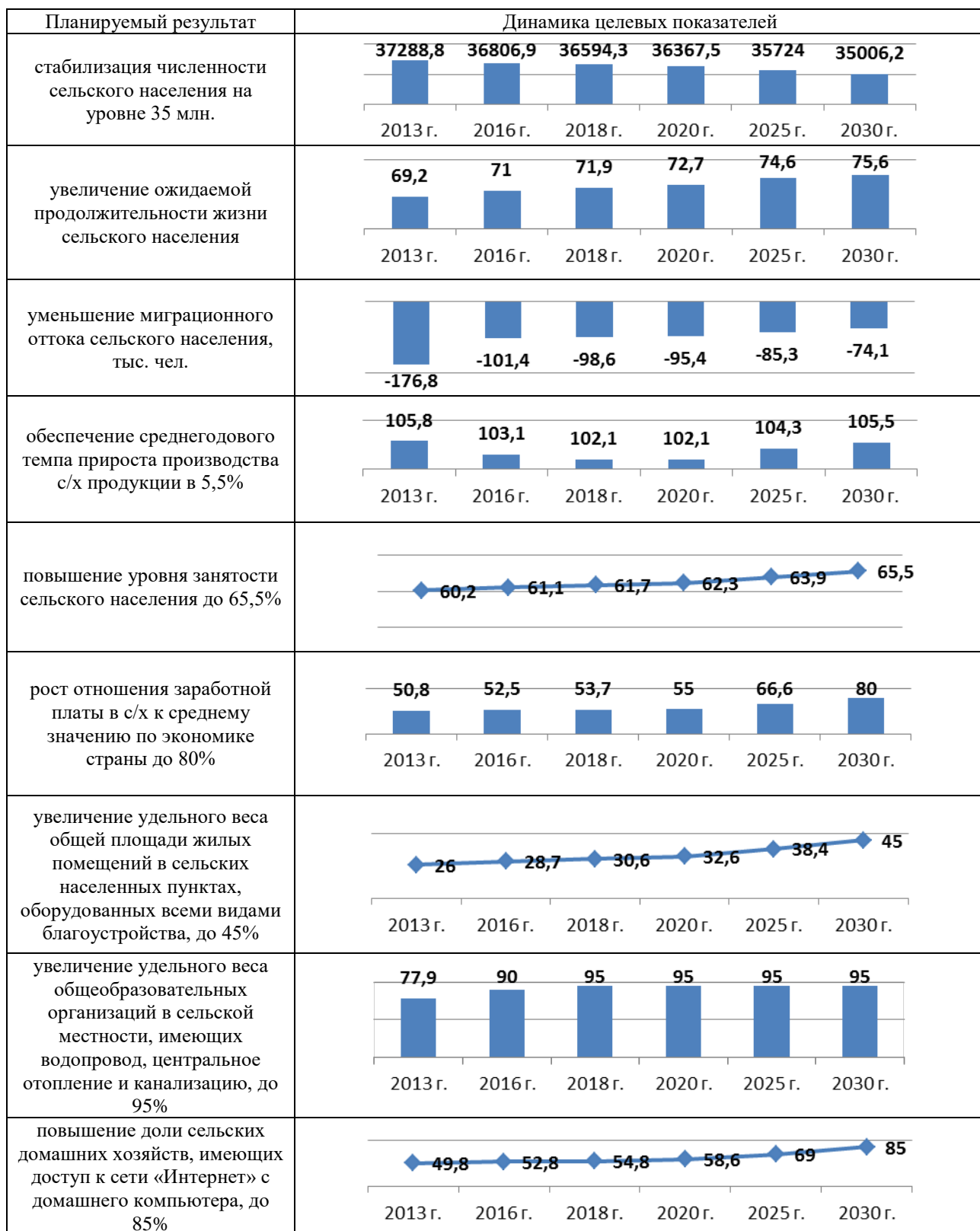


Рис. 2. Основные целевые показатели устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации, 2013-30 гг.

В рамках Программы, средства федерального бюджета предоставляются в форме субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации. При этом осуществляется отбор региональных целевых программ устойчивого развития сельских территорий, под которые выдаются субсидии.

Какую часть в бюджете сельского поселения занимают дотации, субвенции, межбюджетные трансферты, передаваемые бюджетам сельских поселений из бюджетов муниципальных районов, мы можем рассмотреть на примере Бессоновского сельского поселения Белгородского района (табл.2).

Таблица 2 - Доходы, зачисляемые в бюджет Бессоновского сельского поселения Белгородского района, 2015-17 гг., тыс. руб.

Статья доходов	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Темп роста 2017 г. к 2015 г., %
1	2	3	4	5
Налог на доходы физических лиц	1 210,0	1 542,0	1 683,0	+39,09
Налог на имущество физических лиц	1 018,0	1 007,0	854,0	-16,11
Земельный налог	700,0	5 507,0	6 099,0	Рост в 8,7 раз
Госпошлина	21,0	20,0	21,0	0
Безвозмездные поступления в бюджет поселения	119,0	238,0	259,0	Рост в 2,2 раз
Итого налоговых и неналоговых доходов	2 949,0	8 076,0	8 657,0	Рост в 2,9 раз
Итого собственных доходов	3 068,0	8 314,0	8 916,0	Рост в 2,9 раз
Дотации бюджетам поселений на выравнивание бюджетной обеспеченности	28 836,3	22 699,1	19 110,8	-33,73
Субвенции бюджетам поселений на государственную регистрацию актов гражданского состояния	6,5	1,0	1,5	Снижение в 4,3 раз
Субвенции бюджетам поселений на осуществление первичного воинского учета на территориях, где отсутствуют военные комиссариаты	163,0	178,0	178,1	+9,26
Дотации из областного бюджета на организацию уличного освещения	492,0	2 250,0	-	-
Субсидия бюджетам сельских поселений на поддержку отрасли культуры	-	-	75,8	-
Прочие субсидии бюджетам сельских поселений	-	-	1 228,4	-
Межбюджетные трансферты, передаваемые бюджетам сельских поселений из бюджетов муниципальных районов на осуществление части полномочий по решению вопросов местного значения	-	-	6 169,7	-
Всего дотации, субвенции, межбюджетных трансферты	29497,8	25 128,1	26 764,3	-9,27
Всего	32 565,8	33 442,1	35 680,3	+9,56

Анализ данных показывает, что собственные доходы Бессоновского поселения включают: налог на доходы физических лиц, налог на имущество физических лиц, земельный налог, госпошлину, а также безвозмездные поступления. Необходимо отметить, что за рассматриваемый период собственные доходы увеличились почти в три раза.

Таким образом, основную часть доходов (75%), зачисляемых в бюджет Бессоновского сельского поселения, составляют дотации, субвенции и межбюджетный трансферты.

Расходная часть бюджета (табл.3) является отражением направлений развития сельской территории.

Как видим, большинство расходов бюджета имеют тенденцию к увеличению. Наибольший рост затрат произошел по статье «Национальная экономика»: содержание и ремонт автомобильных дорог общего пользования местного значения; мероприятия по развитию сельскохозяйственного производства, созданию условий для развития малого и среднего предпринимательства; мероприятия по противодействию коррупции в границах поселения.

Также имеют положительную динамику расходы по таким социальным направлениям как: благоустройство поселения, здравоохранение, образование, физическая культура и спорт.

Таким образом, основная часть средств направляется на развитие таких сфер, как экономика, культура и спорт, хотя в последнее время расходы по направлению «Культура» снизились на 24%.

Таблица 3 - Распределение расходов бюджета Бессоновского сельского поселения, 2015-17 гг., тыс. руб.

Статья расходов	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Темп роста 2017 г. к 2015 г., %
Общегосударственные вопросы	3 442,5	2 590,3	2 024,4	-41,19
Национальная оборона	239,0	188,0	273,3	+14,35
Национальная безопасность и правоохранительная безопасность	165,6	218,6	163,8	-1,09
Национальная экономика	186,1	2 064,4	8 500,6	Рост в 45,7 раз
Жилищно-коммунальное хозяйство (благоустройство)	2 049,3	4 399,5	2 237,5	+9,18
Образование (молодежная политика и оздоровление детей)	216,0	267,8	267,7	+23,94
Культура	13 255,2	10 785,5	10 215,1	-22,93
Здравоохранение	-	-	78	-
Социальная политика (пенсионное обеспечение)	60,0	-	123,3	Рост в 2,1 раз
Физическая культура и спорт	12 952,0	12 928,0	13 271,6	+2,47
Всего	32 565,8	33 442,1	37 155,3	+14,09

Международный и отечественный опыт показывает, что сельские территории, как правило, по уровню и качеству жизни населения значительно уступают городу. Эти особенности характерны для многих государств и являются общей задачей, которую может решить инновационный подход к управлению развитием сельских территорий.

Применение инновационных подходов развития сельских территорий рассмотрим на примере Бессоновского поселения Белгородского района.

На территории поселения Бессоновское находится сельскохозяйственное предприятие – СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района. СПК является многопрофильным специализированным предприятием, которое имеет устойчивую систему повышения производственных показателей.

Основным производственным направлением предприятия в 2017 г. было животноводство: свиноводство – 64,2% товарной продукции и производство молока – 29,6%. В 2017 г. отрасль растениеводства полностью обеспечивала потребности животноводства в кормах, а комбикормовый завод в сырье. В хозяйстве реализуется идея замкнутого продовольственного цикла, которая предполагает выращивание всех необходимых зерновых и кормовых культур, производство комбикормов, производство мяса и молока высокого качества на основе современных технологий, глубокую переработку этих продуктов и фирменную торговлю, в том числе через собственную торговую сеть.

На предприятии работают 57% всего трудоспособного населения Бессоновского поселения, в состав которого входят 8 населенных пунктов: 6 крупных сел – Бессоновка, Солохи, Чайки, Орловка, Николаева, Ближнее и два хутора – Быстрый и Хвостовка. Таким образом, сельскохозяйственное предприятие СПК «Колхоз имени Горина», являясь единственным крупным предприятием в Бессоновском поселении, обеспечивая достойный уровень жизни своих работников, способствует социально-экономическому развитию территории.

Уровень жизни населения определяет, прежде всего, получаемый номинальный и реальный доход. Средняя заработная плата работников СПК «Колхоз имени Горина» составляет 29231 рублей, в том числе работников, занятых в сельском хозяйстве 30167 рублей. Для сравнения отметим, что средняя заработная плата в Белгородской области составила 28602 рублей, в сфере сельскохозяйственного производства – 30 699 рублей.

Безусловно, наличие достаточно высокой заработной платы является основополагающим фактором для привлечения новых сотрудников, в том числе и молодых специалистов на работу и, соответственно, на постоянное проживание в данном поселении.

В настоящее время в СПК разработана концепция развития хозяйства на 2015-2020 годы. Основополагающей идеей концепции развития СПК «Колхоз имени Горина» является создание социально-экономического кластера нового формата, конкурентоспособного в рыночных условиях, с максимально качественной переработкой сырья, высоким уровнем рентабельности, соответствующем современным мировым стандартам. Основной идеей концепции является дальнейшее расширение производства через развитие территорий.

Развитие и укрепление экономической составляющей СПК «Колхоз имени Горина» обеспечивает условия для роста социальной сферы. Ежегодно четверть прибыли, получаемой предприятием, расходуется на содержание социальной сферы. Основная цель - создание среды комфортного проживания, строительство жилья, обеспечение системы проведения досуга, существенное развитие уровня культуры, поддержка художественного творчества, развитие спорта.

Одним из основных инструментов устойчивого развития сельских территорий является развитие частно-государственного партнерства, в особенности на уровне местного самоуправления. Поэтому перспективным направлением развития сельских территорий является привлечение частного капитала к решению насущных социально-экономических проблем на уровне местного самоуправления.

Ниже приведен перечень социальных объектов поселения, которые созданы при участии СПК «Колхоз имени Горина» или полностью на его средства:

- в центре села Бессоновка работает современный физкультурно-оздоровительный комплекс «Звездный», который обеспечивает условия для занятия физкультурой и массовыми видами спорта различных возрастных категорий населения на территории Белгородского района;

- после капитального ремонта открыт «Дом Молодежи Бессоновский». В нем работают: детское кафе, кондитерская, ЗАГС, отель на 7 номеров, мини-кинотеатр, ресторан бизнес-класса для проведения торжеств, ресторан эконом-класса (столовая), бар «Ночной город», салон красоты и другие объекты;

- на стадии завершения капитальный ремонт торгового центра;

- СПК финансирует футбольную команду «СКИФ» и шахматный клуб;

- на средства СПК «Колхоз имени Горина» построен храм в селе Бессоновка.

В рамках сотрудничества руководства СПК «Колхоз имени Горина» и администрации школы предлагается создание на базе МОУ «Бессоновская СОШ» центра по организации профессиональной подготовки учащихся (профессии водитель категории «В», водитель категории «С», тракторист категории «С»), в котором будут проходить обучение старшеклассники МОУ «Бессоновская СОШ», МОУ «Солохинская СОШ».

Такое сотрудничество может быть выгодным для всех сторон: молодые люди - выпускники школ получают профессию еще в стенах школы, то есть имеют возможность трудоустроиться. При этом, учитывая стоимость такого обучения в среднем в Белгородском районе (водитель категории В – 20 тыс. руб., водитель категории С – 14 тыс. руб., водитель категории D – 15 тыс. руб., тракторист – 12 тыс. руб.), становится понятным, насколько существенна поддержка СПК как для каждого получившего обучение, так и для развития сельского поселения в целом. Такие действия способствуют тому, что молодые люди, имея востребованную профессию, остаются жить и работать в сельском поселении. Как известно, в настоящее время рабочие профессии, в том числе и рассматриваемые, являются достаточно востребованными, особенно в сельском хозяйстве (вследствие значительного оттока молодежи и специалистов вообще из сельской местности, связанного со снижением уровня жизни). Молодые люди стремятся в город для получения высшего образования с целью найти работу именно в городе.

Таким образом, вкладывая средства в обучение выпускников школы, предоставляя им возможность получить профессию, СПК «Колхоз имени Горина» тем самым обеспечивает собственное производство необходимыми трудовыми ресурсами. В этом проявляется социально-экономический эффект часто-государственного партнерства.

В представленной характеристике такого партнерства упор в основном делается на социальное развитие территории. Однако, представим в упрощенном виде экономический эффект от внедрения предлагаемых мероприятий. Так, расходы на организацию обучения составят:

- получение лицензий и сертификация – 30 тыс. руб.;
- топливо – 50 тыс. руб.
- заработная плата инструкторов – 438,5 тыс. руб.

Обучение будут получать 15 человек. Срок обучения – 5 месяцев. Так, сумма затрат на топливо рассчитывалась исходя из предполагаемого расхода топлива и его стоимости 46 руб. за литр. Зарботная плата сотрудников (3 инструктора) просчитывалась исходя из средней заработной платы в СПК. При расчетах затрат также приняты следующие условия: оборудованный учебный класс предоставляет школа, автомашины (легковой, грузовой и трактор) дает СПК «Колхоз имени Горина». Таким образом, обучение одной группы в течение четырех месяцев составит 488,5 тыс. рублей (без затрат на получение лицензии, которые являются одноразовыми). Соответственно, на обучение одного человека приходится 32,6 тыс. рублей.

Производительность труда одного работника в 2017 году составила 1702 тыс. рублей. Только треть получивших обучение будут в последующем работать в СПК «Колхоз имени Горина». При этом, по данным Лаборатории исследований рынка труда (ЛИРТ) НИУ ВШЭ, ожидаемый прирост производительности труда от получения дополнительного образования может составить до 8% на одного работника [4]. Таким образом, вложив средства в обучение и подготовку будущего работника, предприятие не только обеспечивает собственное производство необходимыми специалистами, но и активно участвует в реализации социальной политики Бессоновского сельского поселения. На предложенной основе возможна организация обучения другим рабочим профессиям, необходимым в поселении в СПК, например, оператор машинного доения.

Другие направления государственно-частного партнерства с участием СПК «Колхоз имени Горина» и сельской администрации также могут быть актуальны и для иных сельских поселений:

- участие в обеспечении мероприятий по организации досуга школьников (например, выделять из автопарка СПК «Колхоз имени Горина» транспорт для учебных, экскурсионных, развлекательных поездок учащихся школы по территории Белгородского района);
- вовлечение в трудовую деятельность учащихся (предоставлять оплачиваемые рабочие места ученикам школы для трудоустройства в период летних каникул);
- привлечение молодого поколения к спорту, здоровому образу жизни (предоставление в урочное и внеурочное время спортивных сооружений стадиона СПК, ФОКа «Звездный», для тренировок в спортивных секциях (футбол, греко-римская борьба, волейбол, шахматы, теннис, фитнес, гиревой спорт и др.).

По нашему мнению, именно создание необходимых условий для развития молодого поколения, проявляющегося в увеличении населения, уровне и продолжительности жизни, является важнейшим условием успешного развития любой сельской территории России.

III. Экология.

Для решения данной проблемы в ближайшей перспективе (до 5 лет) предлагается внедрение новой системы организации сельских поселений, в основе которой лежат принципы органического земледелия. Основой системы должно стать создание уже апробированных в Белгородской области эко-поселений, использующих как лучшие мировые достижения, так и отечественные традиции [2, 3, 7, 8, 9].

Необходимо организовать масштабную экспедицию по исследованию опыта органического земледелия эко-деревень Белгородской области и других областей Черноземья РФ, и использовать полученную информацию во всех сельских поселениях прежде всего Белгородского региона.

Определенные наработки в этой области уже есть. В июне 2018 г. группа студентов Белгородского ГАУ при научном руководстве доцента кафедры экономической теории и экономики АПК исследовала наиболее развитую из эко-деревень Белгородской области, расположенную на хуторе Гремячем - Кореньские родники. Результаты показали, что в опыте других эко-деревень и в целом сельских поселений следует использовать следующие организационно-хозяйственные принципы, впервые определённые нами в ходе проведенного исследования:

- принцип «идейного ядра»: наличие инициативной группы, первоначально организующего поселение и активно затем продвигающего информацию о нем на просторах Интернета. Экономическая организация экологического поселения, обычно строящегося или на труднодоступных территориях, или в девственных лесах, невозможна без наличия активной, физически и морально подготовленной группы, изначально готовой к перенесению трудностей и непредсказуемых ситуаций. При этом такая группа должна иметь значительный опыт использования современных социальных сетей и в целом компьютерных технологий.
- принцип государственно-частного договора: наличие партнерских отношений с органами местной власти. Эко-поселение для своего быстрого развития не должно замыкаться в самом себе, но стараться сразу же, на изначальном этапе, выстроить сотрудничество с местной властью.
- принцип аграрной диспозиции: наличие изначальных трудовых навыков и знаний, необходимых для занятий сельским хозяйством. Важнейшим принципом для эко-поселенцев является наличие задатков, навыков, знаний и, главное, желаний для занятия физически трудным, особенно в начальный период, сельским хозяйством.
- принцип культурной синергетики: общую идеологию, этические и традиционные установки среди всех поселенцев. Опыт эко-поселений в других странах показывает, что без наличия общего мировоззрения невозможно организовать эффективное, долгосрочное хозяйство [3].

Таблица 4 - Результаты исследования отношения современной российской молодежи к развитию эко-деревень РФ, % поддержки от общего числа опрошенных, 2018 г.

Группы	Необходимы ли эко-деревни на Белогорье, в %	Возможно ли реализовать проект академика М.Я. Лемешева о 100 тыс. эко-деревень в России, в %	Должны ли эко-деревни России быть:		
			православными, в %	нерелигиозными, в %	языческими, в %
1	2	3	4	5	6
1 курс НИУ «БелГУ»	100	50	35	35	30
2 курс магистранты заочники Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина	100	57	57	43	0
2 курс заочники Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина	83	0	33	67	0
1 курс Белгородская духовная семинария	69	38	56	13	0
В среднем по группам	88	36	45	40	8

Насколько широк потенциал для будущих эко-поселений Белгородской области (в настоящий момент их насчитывается 5 по области [2]), можно судить по проведенному нами опросу (табл. 4). Опрос был проведен в 2018 г. в трех ВУЗах Белгородской области. Количество респондентов, участвовавших в опросе - 200 человек.

Анализ табл. 4 показывает, что интерес к эко-поселениям среди молодежи Белгорода разных возрастных групп очень высок – в среднем 88% респондентов полагают, что в Белгородской области необходимо развивать эко-деревни. При этом большинство опрошенных – в среднем 45% полагают, что такого рода поселения должны возрождать русские православные традиции бережного отношения к природе, любви к родной земле, почитания крестьянского труда как основы всей экономики. В среднем 36% опрошенных поддерживают идею выдающегося современного российского агрария, академика М. Я. Лемешева о создании 100 тыс. эко-деревень по всей территории России.

На основании проведенного анализа мы можем сделать вывод, что для решения обозначенных проблем экономики сельских поселений: дефицита рабочей силы с точки зрения ее количества и качества, нереализованности государственных программ поддержки села, отсутствия или неразвитости системообразующих для села организаций и предприятий, хронического недостатка собственных и заемных финансовых средств, низкого уровня экологической безопасности, недоступности инновационной техники, технологии и ресурсов, неразвитости дорожной и социальной инфраструктур, в первую очередь необходимо ориентироваться на решение таких крупных блоков задач, как: воспроизводство трудовых ресурсов, государственное регулирование, экология. Прежде всего, для привлечения наиболее активной и производительной части работников села – молодежи, мы предлагаем введение сельских надбавок в размере ста процентов от ставок за аналогичные профессии в городе, а также ипотечное кредитование жилья под ноль процентов первые три года и под один процент последующие пять лет. В сфере государственного регулирования следует использовать опыт государственно-частного партнерства СПК «Колхоз имени Горина» на основании принципа социального приоритета: распределение средств прежде всего на реконструкцию и строительство социально значимых объектов, вовлечение в трудовую деятельность учащихся, участие в обеспечении мероприятий по организации досуга школьников, привлечение молодого поколения к спорту, здоровому образу жизни. В области экологии следует стимулировать развитие родовых поместий Белгородского края по образцу эко-поселения Кореньские родники на хуторе Гремячем на принципах аграрной диспозиции, государственно-частного договора и культурной синергетики.

Развитие таких системообразующих хозяйств как СПК «Колхоз имени Горина» и эко-поселение Кореньские родники на хуторе Гремячем в России носят локальный очаговый характер, но схожие экономические, социальные, экологические практики позволяют рассматривать их с позиции успешной инициативы устойчивого развития сельских территорий.

Библиография

1. Федеральная целевая программа "Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 - 2017 годы и на период до 2020 года" [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2014/412>
2. Закон Белгородской области «О родовых поместьях в Белгородской области». Принят Белгородской областной думой 18 февраля 2010 г. (в ред. законов Белгородской области от 03.05.2011 № 36, от 31.10.2013 № 239) [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://bytdobru.info/rodina/2013-10-31-zakon-o-rodovyh-pomestyah-v-belgorodskoi-oblasti>
3. Капинос Р.В., Акупиан О.С. Кибуцы как образцы аграрных хозяйств конфессионального типа с точки зрения теории сверхдлинных волн // Экономика и предпринимательство. – 2018. - № 4. – С. 997-1002.
4. Профобучение способствует росту производительности труда [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://iq.hse.ru/news/177666368.html>
5. Размер надбавки за работу в сельской местности [Электронный ресурс] – режим доступа: https://nsovetnik.ru/nadbavki/razmer_nadbavki_za_rabotu_v_selskoj_mestnosti/
6. Скульская, Л. В., Широкова, Т. К. Современные условия развития сельских территорий России / Л. В. Скульская, Т. К. Широкова // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2015. – №13.
7. Турьянский А.В. Сельскохозяйственные рынки: учебное пособие. – Белгород: Изд.: БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. – 177 с.
8. Тугуз Р.Х., Маслова Н.С. Обучение и подготовка трудовых ресурсов как фактор развития «зеленой» экономики [Текст] / Р.Х. Тугуз, Н.С. Маслова // «Зеленая экономика: проблемы, состояние и перспективы»

Материалы панельной дискуссии. Белгород, 6 октября 2017 г. Белгород: Издательство Белгородского ГАУ, 2017. 104 с. - С. 74-82.

9. Чайнов А. В. Не публиковавшиеся и малоизвестные работы. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 328 с.

References

1. Federal target program "Sustainable development of rural areas for 2014-2017 and for the period up to 2020" [Electronic resource] - access mode: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2014/412>

3. The law of the Belgorod region "on patrimonial estates in the Belgorod region". Adopted by the Belgorod regional Duma on February 18, 2010 (as amended by the laws of the Belgorod region of 03.05.2011 No. 36, dated 31.10.2013 № 239) [Electronic resource] – mode of access: <http://bytdobru.info/rodina/2013-10-31-zakon-o-rodovyh-pomestyah-v-belgorodskoi-oblasti>

3. Kapinos R. V. Akupiyan, O. S. Kibbutzim as examples of farms confessional type from the point of view of the theory of super-long waves // Economics and entrepreneurship. - 2018. - № 4. - P. 997-1002.

4. The size of the allowance for work in rural areas [Electronic resource] - access mode: https://nsovetnik.ru/nadbavki/razmer_nadbavki_za_rabotu_v_selskoj_mestnosti/

5. Skulskaya, L. V., Shirokova, T. K. Modern conditions of development of rural territories of Russia / L. V. Skulskaya, T. K. Shirokova // Scientific works: Institute of economic forecasting of RAS. – 2015. – No. 13.

6. Tur'yanskiy A. V. Agricultural markets: a training manual. – Belgorod: Publishing House.: BSAA them. V. I. Gorina, 2014. - 177 p.

7. Tuguz R. H., Maslova N. S. Education and training of labor resources as a factor in the development of "green" economy [Text] / R. H. Tuguz, N. S. Maslova // "Green economy: problems, state and prospects" Materials of the panel discussion. Belgorod, October 6, 2017 Belgorod: Publishing house of Belgorod GAU, 2017. 104 p. - P. 74-82.

8. Chayanov A.V. Unpublished and little-known works. - M.: Publishing and trading Corporation "Dashkov and Co", 2003. - 328 p.

Сведения об авторах

Акупиан Ольга Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9040956652 e-mail: ol-ga71@mail.ru.

Капинос Роман Валерьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9066050860 e-mail: rkapinos@yandex.ru.

Information about the authors

Akopian, Olga Stanislavovna, candidate of economic Sciences, associate Professor economic theory and Economics of agriculture of the Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone: +7 9040956652 e-mail: ol-ga71@mail.ru.

Kapinos Roman Valerievich, candidate of economic Sciences, associate Professor economic theory and Economics of agriculture of the Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone: +7 9066050860 e-mail: rkapinos@yandex.ru.

УДК 631.152.2

Н.И. Човган

МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР АГРАРНОЙ СФЕРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. В статье проведен анализ и обобщение теоретических положений, методических и практических аспектов управления инновационным потенциалом предприятий агропромышленного комплекса. Определены основные задачи реализации инновационного потенциала предприятий сферы АПК. Выделены основные причины слабой инновационной активности в сельском хозяйстве, среди которых доминирует низкий уровень трансфера инноваций в производство. Раскрыт механизм реализации инновационного потенциала предприятиями АПК, включающий набор составляющих инновационной направленности развития агропромышленных формирований, инфраструктуру инновационного рынка, методы и принципы реализации инновационной политики государства, инструменты активизации инновационных преобразований в сфере АПК. Рассмотрены вопросы совершенствования системы управления инновационным потенциалом сельхозпроизводителей. Разработан подход к управлению инновационным потенциалом предприятия, с применением конкретных инструментов осуществления инновационной деятельности с учетом характера совокупности их с другими аспектами функционирования и задачами механизма реализации инновационного потенциала. Отражены основные показатели оценки инновационной активности предпринимательских структур, среди которых: количество инновационно активных предприятий, их доля в общем количестве предприятий сектора, объем реализованной инновационной продукции, объем инновационных расходов, количество внедренных новых технологических процессов и инновационных видов продукции. Сделан вывод, что одной из главных причин низкого уровня использования инновационного потенциала является недостаточное финансовое обеспечение разработок и производства инноваций, несовершенная структура их источников и механизм размещения инвестиций в объектах научно-технических разработок. На основе оценки уровня инновационной активности современных предпринимательских структур аграрной сферы, обоснованы основные принципы взаимодействия составляющих элементов механизма реализации их инновационного потенциала. Предложена блок-схема реализации инновационного потенциала хозяйствующих субъектов, среди которых доминируют финансовые, способные обслуживать весь процесс осуществления хозяйственной деятельности субъекта экономических отношений.

Ключевые слова: инновации, инновационный потенциал, механизм инновационного потенциала, субъекты агропромышленного комплекса.

MECHANISM OF REALIZATION OF INNOVATIVE POTENTIAL OF BUSINESSSTRUCTURES OF THE AGRARIAN SECTOR RUSSIAN FEDERATION

Abstract. In the article the analysis and generalization of theoretical positions, methodological and practical aspects of management of innovative potential of the enterprises of agro-industrial complex of the Russian Federation. The main tasks of realization of innovative potential of the enterprises of the sphere of agrarian and industrial complex of the Russian Federation are defined. The main causes of weak innovation activity in agriculture, among which the low level of innovation transfer to production dominates, are identified. The mechanism of realization of innovative potential by the enterprises of agrarian and industrial complex including a set of components of innovative orientation of development of agroindustrial formations, infrastructure of the innovative market, methods and principles of realization of innovative policy of the state, tools of activization of innovative transformations in the sphere of agrarian and industrial complex is opened. The issues of improving the management system of innovative potential of agricultural producers. The developed approach to the management of innovative potential of the enterprise, with the use of specific tools in the implementation of innovative activities with respect to the nature together with other aspects of the functioning and objectives of the implementation mechanism of the innovation potential. The main indicators of evaluation of innovative activity of business structures, including: the number of innovative enterprises, their share in the total number of enterprises in the sector, the volume of innovative products sold, the volume of innovative spending, the number of new technological processes and innovative products. It is concluded that one of the main reasons for the low level of innovative potential is the lack of financial support for the development and production of innovations, the imperfect structure of their sources and the mechanism of investment in the objects of scientific and technical developments. Based on the assessment of the level of innovative activity of modern business structures of the agricultural sector, the basic principles of interaction of the constituent elements of the mechanism of realization of their innovative potential. The block diagram of realization of innovative potential of economic entities among which financial, capable to serve all process of implementation of economic activity of the subject of the economic relations dominate is offered.

Keywords: innovation, innovation potential, the mechanism of innovation potential of subjects of agroindustrial complex.

Успешная реализация стратегических задач развития агропромышленного сектора в контексте интеграционных трансформаций невозможна без механизма повышения уровня конкурентоспособности отечественных производителей в условиях обострения конкурентной борьбы. Мировой теорией и практикой доказано, что наиболее эффективным адаптационным механизмом в рыночных условиях является механизм, основанный на системном взаимодействии инструментов инновационного развития.

Формирование и внедрение такого механизма в практическую деятельность предприятий аграрного сектора в настоящее время является непременным условием выхода на мировые рынки.

Наряду с этим, современные реалии показывают, что тенденция экспортного успеха и появление на отечественном агропродовольственном рынке зарубежных компаний несет не только новые возможности, но и формирует вполне реальные угрозы потери конкурентных позиций отечественным производством.

Действенным инструментом защиты и наращивания конкурентного потенциала может выступать инновационная политика аграриев, требующая постоянной системной адаптации в динамических факторах рыночной среды. В данном случае возникает объективная необходимость постоянного совершенствования механизма реализации инновационного потенциала, корректировка его основных элементов и рычагов, характер взаимодействия которых должен основываться на результатах непрерывного и всестороннего мониторинга рынка сельскохозяйственного сырья и продовольствия.

Объектом исследования является инновационный потенциал предпринимательских структур агропромышленного комплекса. На основе системного подхода в работе использованы общенаучные и специальные методы исследования, а именно: анализа и синтеза, качественного сравнения и т.п.

Целью статьи является оценка современного уровня инновационной активности предпринимательских структур агропромышленного производства и обоснование научно-методических основ формирования механизма реализации инновационного потенциала субъектами АПК.

На современном этапе развития АПК динамичное развитие его основных сфер невозможно без создания эффективного механизма инновационного развития агропромышленных структур. В развитых странах степень конкурентоспособности экономики в целом, отдельных ее секторов, субъектов хозяйствования, а так же товаров и услуг определяет именно уровень внедрения инноваций в производство и управление. Развитие инновационной сферы тесно взаимосвязано с активизацией инвестиционной деятельности, формирующей фундаментальные основы научных разработок и реализации инновационных проектов.

Отечественная практика инновационных преобразований в агропромышленной сфере не обеспечила значительного улучшения результативных показателей деятельности предприятий, наращивание объемов производства, улучшение роли и места сельхозтоваропроизводителей на мировых рынках продовольствия.

По данным отечественных исследователей, в настоящее время инновационный потенциал сферы агропромышленного производства реализуется на 15-17 %, в то время, когда в зарубежных странах этот показатель составляет более 55- 60 % [10].

Удельный вес предприятий АПК, осуществлявших технологические инновации, как показала практика, в 2016 году составил 3,4%, и немногим больше 3,7 % в 2017 году. В промышленном производстве, например, аналогичный показатель за тот же период составлял 9,2% и 9,8%. В свою очередь, максимальное значение уровня инновационной активности в сфере АПК зафиксировано в сфере животноводства (3,9%) и растениеводства (3,7%), а масштабы же инновационных процессов в других аграрных отраслях незначительны и не оказывают существенного влияния на общие тенденции.

В финансовом эквиваленте в 2017 году объем инновационных товаров, работ, услуг сельскохозяйственных предприятий составил 22,2 млрд. руб., из которых 14,9 млрд. руб. приходилось на животноводство и 6,5 млрд. руб. - на растениеводство. Удельный вес

инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров и выполненных работ в АПК равнялся 1,4% (в промышленном производстве - 8,4%). Такой показатель намного ниже, чем в европейских странах, где около десятой части продукции сельхозпредприятий относится к категории «инновационная» (Испания - 12,7%; Дания - 11,6%; Нидерланды - 9,2%).

Затраты на нововведения технологического характера в АПК в 2017 оценены в 15 млрд. руб., их доля в общем объеме отгруженной продукции оказалась равной 0,9% (Нидерланды - 8,5%, Норвегия - 2,4%, Дания - 1,9%, Испания - 1,3%). В структуре затрат на технологические инновации преобладают инвестиции в приобретение машин и оборудования - 50,3%, еще 17,7% идет на инжиниринг, 12,9% - на исследования и разработки.

Что касается источников финансирования, то инновационная деятельность в российском АПК преимущественно реализуется за счет собственных средств предприятий (59,3%), на втором месте - кредиты и займы (39%).

Вклад других источников минимален: бюджетная поддержка суммарно обеспечивает лишь 1,1% затрат на технологические инновации (в том числе, 0,5% - за счет средств федерального бюджета, 0,6% - за счет региональных и местных бюджетов), иностранные инвестиции - 0,5% [10].

Одной из ключевых причин слабой инновационной активности в сельском хозяйстве является низкий уровень трансфера инноваций в производство, когда необходимо использование не только новой техники, но и научных разработок, реализованных в технологические процессы.

В частности, порядка 60% селекционных достижений, фиксируемых Государственной сортовой комиссией, приходится на российские разработки, остальные 40% - на иностранные. То есть российские институты и компании продолжают регистрировать свои селекционные достижения, тем не менее, за последние несколько лет доля российских сортов снижается. Так, если в 2011 году 77,4% зарегистрированных в государственном реестре селекционных достижений были российскими, то в 2016-м - 73,3%, а в 2017-м - 71,7%.

В рейтинге стран по уровню инноваций (Global Innovation Index 2017) Россия находилась на 43-м месте, поднявшись по сравнению с 2016-м на пять позиций. Первые три места в рейтинге занимают Швейцария, Швеция и Великобритания. В Соединенных Штатах, Китае, Германии, других мощнейших экономиках мира - сотни и тысячи селекционных компаний. В России селекционных компаний, для которых селекция является бизнесом - менее 20.

Таким образом, среди основных факторов, негативно влияющих на инновационную активность в аграрном секторе экономики РФ целесообразно выделить:

- низкую инвестиционную активность в отношении инноваций, когда инвесторам невыгодно вкладывать средства по причине длительного срока окупаемости инноваций. Например, многие агрохолдинги инновационные технологии закупают за рубежом, и не желают вкладывать средства в отечественную научную школу разработок. Так, ежегодная доля затрат на технологические инновации в Белгородской области не превышает и 1%;

- низкий уровень оплаты труда научных сотрудников и проблемы воспроизводства кадров высшей квалификации. В частности, среднемесячная оплата труда работников образования в Белгородской области составила в 2017 году порядка 23 тыс. руб. Аналогичный труд, например, в странах Восточной Европы (Чехия, Польша) оценивается в пределах 1,5-2,5 тыс. евро, а в Германии 3,5 тыс. евро;

- развитие системы государственного регулирования процессов планирования, создания и реализации инноваций, в частности грантовая поддержка научных исследований. Обращает на себя внимание тот факт, что существующая грантовая система в России не учитывает на должном уровне исследовательские организации АПК;

- не востребованность инноваций. В данном случае ввиду последствия санкций Россия в рейтинге инновационной активности 2017 года оказалась на 26 месте ниже Польши, Малайзии и Италии.

Следовательно, обозначенные причины препятствуют инновационному развитию и не только, как показывает статистика в отдельно взятом регионе, но и в целом по стране.

За 2015-2017 гг. удельный вес организаций осуществляющих технологические инновации сократился в России на 0,4 п.п., и в Белгородской области на, 0,5 п.п. (таблица 1).

Таблица 1 - Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в России и Белгородской области (2014-2017 г.г.)

	Годы			
	2014	2015	2016	2017
Россия	9,7	9,5	9,5	9,1
Белгородская область	12,6	15,1	14,8	14,6

Однако, несмотря на низкий удельный вес организаций, осуществляющих технические инновации, в России ежегодно увеличивается объем инновационных товаров, работ и услуг. По данным статистики данная тенденция в целом по стране за последние три года увеличилась на 50%, а объем от реализации инновационных товаров при увеличении объема фиксирования НИОКР вырос в более чем 4 раза!. В региональном масштабе, и, в частности в Белгородской области объем инновационных товаров за 2014-2017 год увеличился на 8,2 млрд. руб. (таблица 2)[2].

Таблица 2 - Объем инновационных товаров, работ, услуг в Белгородской области

Показатель	Годы			
	2014	2015	2016	2017
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млрд. руб.:	23,0	29,3	29,8	31,2
На 1 рубль затрат на технологические инновации	4,3	4,4	4,6	4,9

Вследствие этого все большую актуальность приобретает проблема разработки и реализации стратегий, методов, инструментов и практических мер осуществления инновационной деятельности, которые в совокупности реализуются в составе механизма инновационного развития предприятий.

По сути, инновационный механизм - это организационно - экономическая форма осуществления инновационной деятельности и содействие поиску инновационных решений, а также рычаги их стимулирования и регулирования функциональными группами которого являются:

- механизмы организации инновационной деятельности, разработки и внедрения инноваций, их финансирование;
- мотивационный механизм;
- механизм технологического трансферта, интеллектуальной собственности;
- механизмы планирования инновационных мероприятий и их контроля [5].

Содержание механизма реализации инновационного потенциала субъектов АПК целесообразно рассматривать в диалектической взаимосвязи основных его элементов, инструментов, принципов и методов инновационных преобразований, определяющихся функциями и задачами реализации инновационных возможностей и имплементирующийся в единую систему разработки и внедрения инноваций в деятельности хозяйственных структур (рис. 1).

Выбор и применение конкретных инструментов осуществления инновационной деятельности и характер совокупности их с другими аспектами функционирования сферы АПК определяются задачами механизма реализации инновационного потенциала, а именно:

- приведение уровня развития производительных сил и производственных отношений в соответствие с современными требованиями рыночных законов, основывается на гармоничном сочетании экономических интересов собственников бизнеса, персонала предприятий, государства, реализации интересов различных социальных и профессиональных групп;
- стимулирование развития научно - технологического и социально-экономического прогресса, отражающегося полученным эффектом в системе результативных социально-экономических показателей;

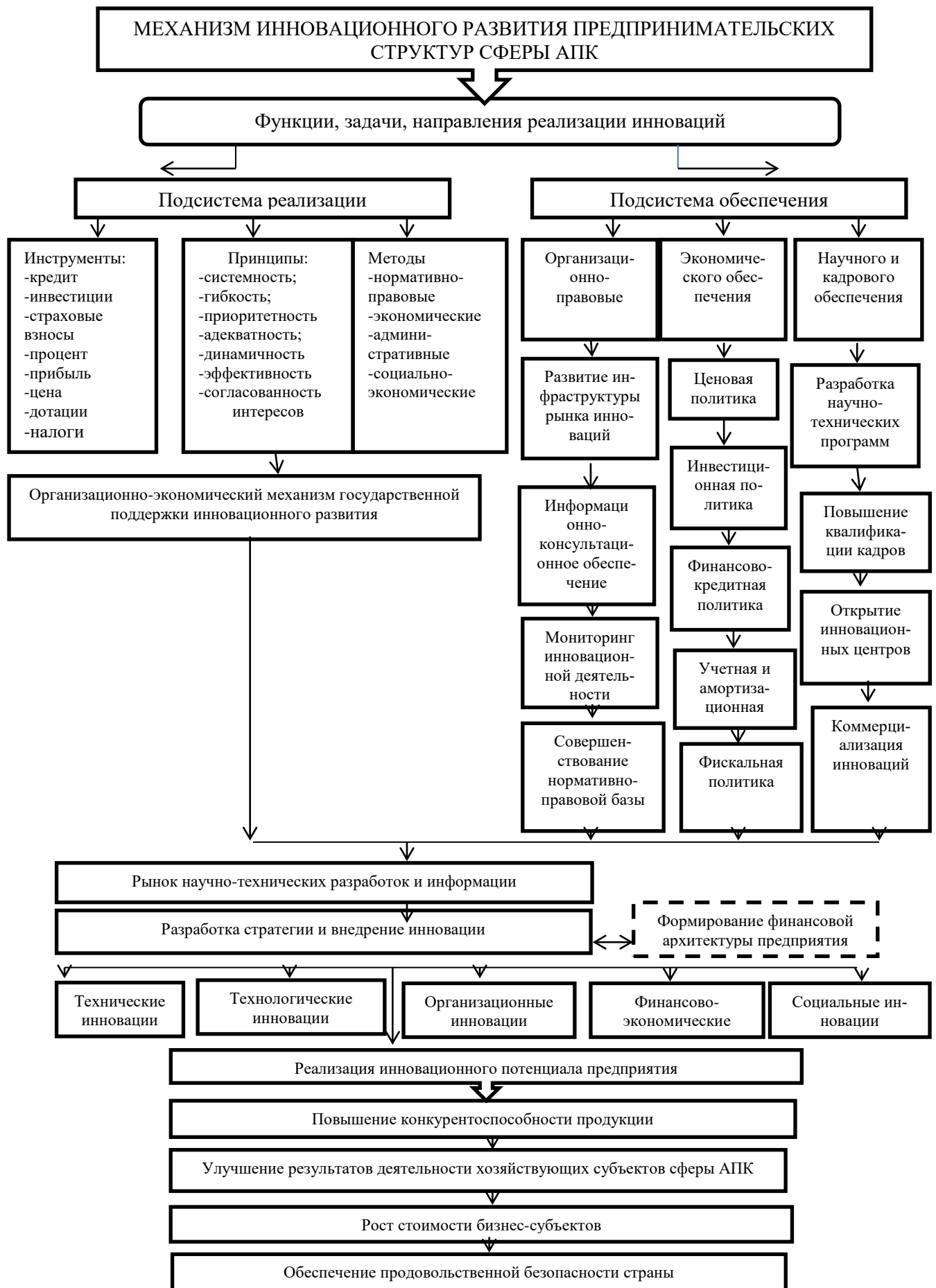


Рис. 1. Механизм реализации инновационного потенциала предприятиями сферы АПК

- ориентация инновационной деятельности предприятий АПК на соответствие мировым принципам и стандартам;
- совершенствование организационно - экономического механизма государственной поддержки внедрения инноваций в сфере АПК;
- создание в экономике условий для эффективного использования инновационного потенциала экономического роста, обеспечение согласованности интересов участников такого механизма и эколого-социальное направление развития роста уровня конкурентоспособности отечественных агропромышленных структур на внутреннем и внешнем рынках;
- реализация действенной агропромышленной политики по формированию инновационно - инвестиционной направленности секторов АПК, формирование инфраструктуры инновационного рынка, выбор эффективных инструментов и направлений активизации инновационных преобразований в отрасли.

Механизм реализации инновационного потенциала предприятий российского АПК включает набор составляющих инновационной направленности развития агропромышленных формирований, инфраструктуру рынка инноваций, методы и принципы реализации инновационной политики государства, инструменты активизации инновационных преобразований в отрасли (рис. 1). Взаимодействие каждого элемента механизма инновационного развития основывается на реализации следующих принципов:

- системность – осуществление инновационных преобразований во всех сферах деятельности предприятия;
- гибкость – адаптация деятельности предприятий с учетом изменений в сфере научно- технологического развития;
- приоритетность – приоритет инновационного типа развития над традиционной системой производства и управления;
- адекватность – соответствие темпов и характер инновационных преобразований АПК к внешней экономической и научной среде;
- динамичность – обеспечение непрерывного процесса инновационного развития предпринимательских структур;
- эффективность – превышение темпов роста количественных и качественных показателей хозяйствования над темпами роста затрат на инновационные преобразования;
- согласованность интересов, предполагающая равный доступ всех субъектов экономической системы к участию в инновационном процессе и реализация интересов всех участников такого процесса: отдельных работников, владельцев бизнеса, органов государственного управления, инвесторов, инновационных структур.

Результативность осуществления инновационных преобразований на любом институциональном уровне управления экономическими системами в значительной степени определяется эффективностью использования человеческого ресурса как главной составляющей потенциала. Наиболее значимой частью человеческих ресурсов для обеспечения экономического роста является часть, которая относится к сфере науки и техники. Анализ зарубежного опыта инновационных преобразований показывает, что развитие наукоемких видов деятельности всегда обостряет проблему обеспечения кадровым потенциалом соответствующего количества и квалификации [2].

На современном этапе РФ постепенно утрачивает статус государства с мощным научным потенциалом и развитой научной инфраструктурой, которая включает совокупность научных учреждений, организаций, исследовательских центров и научных кадров, обеспечивающих ее функционирование путем выполнения фундаментальных и прикладных исследований [6]. Анализ состава и структуры персонала научных учреждений РФ различных отраслей свидетельствует о сокращении количества научных кадров по всем сферам деятельности за последние десять лет на 25%.

Доля исполнителей научных разработок к общему количеству занятого населения в РФ составляет 1,8 % в сравнении с соответствующими показателями в зарубежных странах: Финляндия и Дания - 3,2 %, Швейцария - 2,6 %, Норвегия - 2,5 %, Турция - 0,74 % [9]

Применительно к аграрной сфере производства, то темпы снижения количества научных кадров и финансирования деятельности научных учреждений данного сектора значительно опережают другие сферы отечественной экономики.

Так, удельный вес расходов по разным источникам финансирования в 2017 году составлял 5,1 % и, в отличие от доли финансирования научных разработок в других секторах, характеризуется отрицательной тенденцией сокращения. Количество организаций, которые осуществляют научные и научно-технические разработки в сфере сельского хозяйства, за последние восемь лет сократилось на 31,3 %. Наряду с этим к 2,2 % увеличивается удельный вес инноваций, ориентированных на создание новых сортов растений и пород животных, которые внедряются субъектами аграрного бизнеса, что объективно обусловлено обострением конкуренции на агропродовольственных рынках.

Положительным на современном этапе является кардинальное изменение восприятия необходимости инновационных преобразований субъектами отечественного агропромышленного бизнеса.

Опрос руководителей аграрных формирований и предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности ЦФО показали, что сегодня 82,2 % топ-менеджеров понимают важность и жизненную необходимость перехода на инновационную модель развития АПК. Среди ключевых сдерживающих факторов инновационной активности предпринимательских структур руководители называют: ограниченность финансовых возможностей (11,4 %), непрозрачный механизм кредитования (6,1 %), несовершенный механизм государственного субсидирования инноваций (5,8 %), отсутствие инфраструктуры для разработки и коммерциализации новых разработок (7,4 %).

При существующих реалиях главной задачей механизма реализации инновационного потенциала сферы АПК является практическое внедрение результатов научных исследований и разработок в новые продукты, технологии, системы управления, которые ориентированы на коммерческий успех.

Научно-теоретическую плоскость формирования эффективного механизма реализации инновационного потенциала субъектов агропромышленного бизнеса необходимо дополнить методологической базой определения уровня инновационной активности и эффективности внедрения инноваций.

Разработка методологических основ оценки уровня инновационной активности предприятий должно предопределить соответствующие предпосылки дальнейшего стимулирования инновационной деятельности и своевременного и полного мониторинга ее современного состояния. На сегодняшний день степень инновационной активности предпринимательских структур сектора оценивается с помощью следующих показателей: количество инновационно активных предприятий, их доля в общем количестве предприятий сектора, объем реализованной инновационной продукции, объем инновационных расходов, количество внедренных новых технологических процессов и инновационных видов продукции.

Как показали проведенные исследования, уровень инновационной активности предприятий АПК за ряд последних лет повысился до 16,1 %. Наряду с этим, положительная тенденция, которая сложилась, не соответствует объективным требованиям и параметрам конкурентоспособности ведущих экономик мира. Так, по международным стандартам, доля инновационно-активных предприятий, в частности, предприятий промышленного сектора, должна составлять не менее 50 % от общего их количества. Только при таких условиях предприятия и экономика страны в целом могут быть конкурентоспособными на мировом рынке товаров и услуг. Современный уровень внедрений инноваций на предприятиях агропромышленного сектора практически не оставляет шансов успешного закрепления на мировых рынках продуктов промышленной переработки сельскохозяйственного сырья.

В значительной степени сужение степени реализации инновационных проектов в сфере АПК за последние годы обусловлено недостаточным уровнем финансирования научно-исследовательских работ и практических разработок. Анализ источников обеспечения инновационной деятельности бизнес-структур свидетельствует, что инновации финансировались,

в основном, за счет собственных источников, удельный вес которых составляет около 52,9%, 1,0% - средства Государственного бюджета, соответственно 0,3% и 0,4% составляли привлечены отечественные и иностранные инвестиции, 0,1% - средства местных бюджетов [10].

Одной из главных причин низкого уровня использования инновационного потенциала является недостаточное финансовое обеспечение разработок и производства инноваций, несовершенная структура их источников и механизм размещения инвестиций в объектах научно-технических разработок. В связи с этим возникает объективная потребность разработки эффективных схем авансирования и размещения финансовых ресурсов агропромышленной сферы, направленных на наращивание инновационного потенциала и активизацию внедрения инноваций разнообразного характера [3]. Финансирование инновационных разработок и реализация их в практической деятельности бизнес-структур АПК должно приводить к наращиванию активов хозяйствующих субъектов, увеличение объемов производства, улучшение конечных результативных показателей функционирования предприятий и наращивание их рыночной стоимости. В призме формирования, преобразования, размещения и использования финансовых ресурсов, направленных на реализацию инновационного потенциала агропромышленных предприятий, процесс финансового обеспечения и получения эффекта от внедрения инноваций в хозяйственную практику целесообразно рассматривать в рамках текущей концепции управления, функциональными доминантами которого выступают финансовые потоки.

Инновационный потенциал предприятия отечественные авторы определяют как определенный уровень обеспеченности ресурсным потенциалом, качественные и количественные параметры которого позволяют предприятию достигать поставленных целей инновационного развития. Кроме того, инновационный потенциал - стратегическая характеристика ресурсной готовности предприятия осуществлять тактическое и стратегическое управление инновационной деятельностью с помощью определенных методов [8].

Достаточно распространенным является трактовка инновационного потенциала как совокупности имеющихся материальных и нематериальных активов, используемых предприятием для осуществления его инновационной деятельности и обеспечении достижения конкурентных преимуществ путем разработки и внедрения инноваций [7].

Инновационный потенциал развития предприятия является содержательной составляющей общего потенциала функционирования хозяйствующих структур, к которому ученые относят: имущественный, финансовый потенциал, производственно-технологический, кадровый и информационный. При таком комплексном подходе, целесообразно использовать термин «потенциал хозяйствующей системы», в составе которого можно выделить наличие ресурсной составляющей, ее стоимости и совокупных результатов их использования [4].

Стратегической задачей механизма инновационного развития предприятий АПК является реализация инновационного потенциала как в направлении способности реализовывать имеющиеся возможности инновационного развития, так и в активизации скрытых возможностей, которые на данный момент не используются.

Критический обзор научной литературы позволил определить три методических подхода, выделяемых учеными при исследовании сущности и состава инновационного потенциала:

- ресурсный – наличие и уровень обеспеченности соответствующими видами ресурсов для осуществления инновационных преобразований;
- диагностический – способность ресурсов, составляющих инновационный потенциал достигать поставленных целей развития;
- результативный – возможность ресурсов хозяйствующих субъектов создавать и внедрять инновации в деятельность и получать соответствующий социально-экономический эффект.

Указанные характерные признаки дают основания рассматривать процесс инновационного развития предприятий в призме действия потоковых концепций финансового менеджмента.

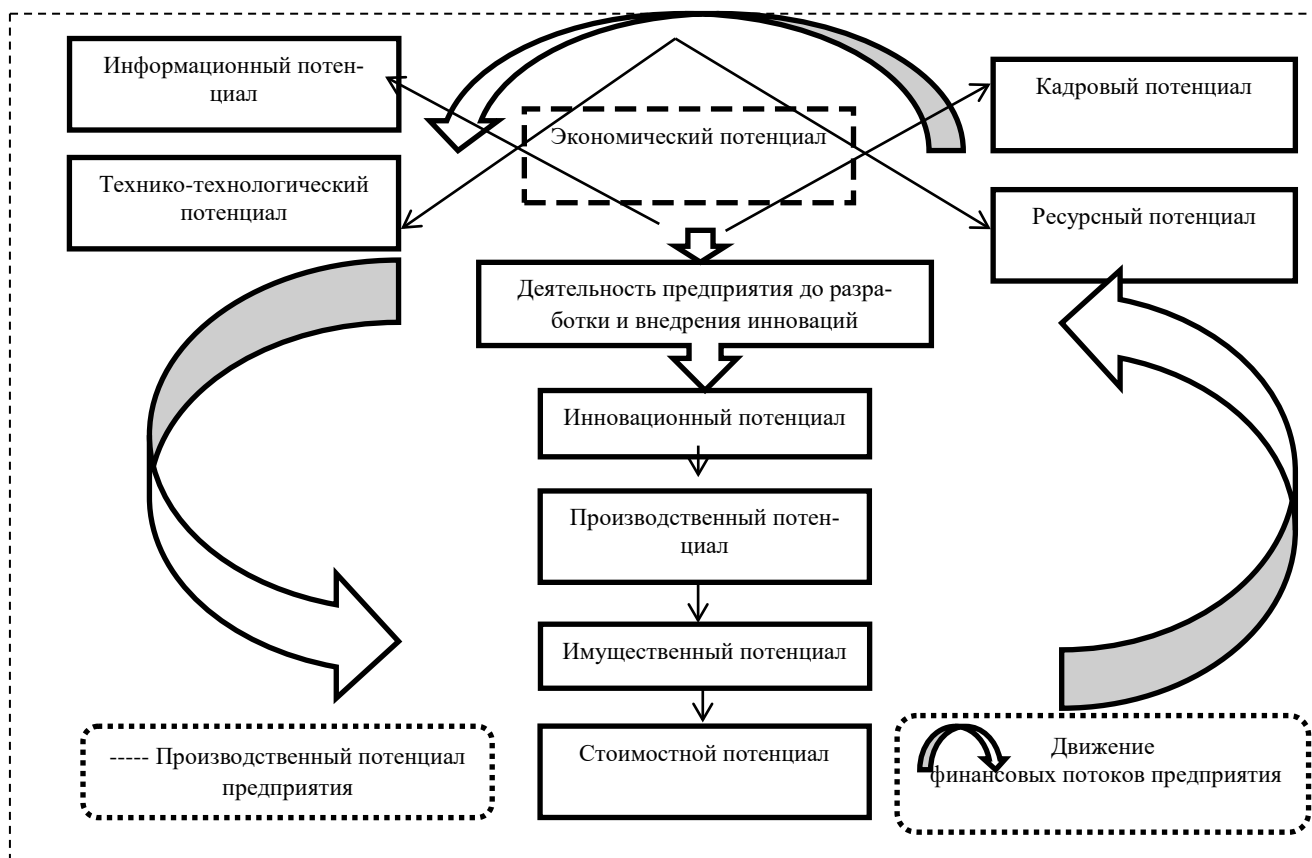


Рис. 2. Блок-схема реализации инновационного потенциала предприятий АПК через механизм финансовых потоков

В свою очередь, интеграционные свойства инновационного потенциала раскрываются в результате взаимодействия всех элементов экономического потенциала предприятия благодаря взаимозависимости финансовых потоков, дополняющих механизм функционирования агропромышленных предприятий и реализующих инновационные возможности их развития (рис. 2).

Таким образом, методологические принципы реализации инновационного потенциала агропромышленных предприятий определяются плоскостью взаимодействия экономического потенциала с другими составляющими хозяйственного потенциала.

Синергетический эффект проявляется в результате направления движения финансовых потоков, обслуживающих весь процесс осуществления хозяйственной деятельности субъекта экономических отношений. Стратегической целью механизма реализации инновационного потенциала в контексте взаимодействия с другими составляющими является повышение уровня конкурентоспособности и наращивание стоимостного потенциала предпринимательских структур, проявляющихся в конечных результативных показателях стоимости бизнеса как объекта купли-продажи на рынке.

Библиография

1. Здоровец Ю.И. Риски в деятельности сельхозтоваропроизводителей: проблемы и решения/ Ю.И. Здоровец, О.В. Гончаренко// Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии33 .- 2017.-№10(57). –С. 893-899
2. Колесников А.В. Проблемы и перспективы инновационного развития АПК / А.В. Колесников// Вестник сельского развития и социальной политики.- 2017.-№3 (15).- С. 14-18
3. Мильнер Б. З. Организация создания инноваций: горизонтальные связи и управление: монография / Б. З. Мильнер, Т. М. Орлова. – М.:ИНФРА-М, 2013. – 286 с.

4. Молчанова Л.А. Источники финансирования деятельности сельхозпроизводителей / Л.А. Молчанова// Материалы XIX Международной научно- производственной конференции. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2015.- С. 174-175
5. Молчанова Л.А. Приоритетные направления государственной и коммерческой финансовой поддержки аграрного сектора России/ Л.А. Молчанова, А.И. Черных// Инновации в АПК: проблемы и перспективы.-2014.-№2 (2).- С. 48-52
6. Молчанова Л.А., Черных А.И., Човган Н.И. Финансовые потоки в системе экономических отношений: монография/ Л.А. Молчанова, А.И. Черных, Н.И. Човган. - Белгород.: Константа, 2014.- 157 с.
7. Наседкина Т.И. Оценка инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных организаций/ Т.И. Наседкина, Л.А. Решетняк, Л.Н. Груздова, Л.И. Смурова//Инновации в АПК: проблемы и перспективы.-2017.-№3(15).-С. 73-85
8. Седова Н.В. Инновации в агропромышленном комплексе Российской Федерации: тенденции и перспективы / Н.В. Седова// Качество. Инновации. Образование. - 2013. -№2. - С. 24-28.
9. Фасхиев Х. А. Модель управления инновационной деятельностью предприятия / Х.А. Фасхиев // Менеджмент в России и за рубежом. – 2013. –№ 4. – С. 11-28
10. Журнал Агроинвестор [Электронный ресурс]: режим доступа <http://www.agroinvestor.ru>

References

1. Zdorovec YU.I. Riski v deyatel'nosti sel'hoztovaroiproizvoditelej: problemy i resheniya/ YU.I. Zdorovec, O.V. Goncharenko// Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ehkonomika, nauka, tekhnologii33 .-2017.-№10(57). – S. 893-899
2. Kolesnikov A.V. Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitiya APK / A.V. Kolesnikov// Vestnik sel'skogo razvitiya i social'noj politiki.- 2017.-№3 (15).- S. 14-18
3. Mil'ner B. Z. Organizaciya sozdaniya innovacij: gorizontal'nye svyazi i upravlenie: monografiya / B. Z. Mil'ner, T. M. Orlova. – М.:INFRA-M, 2013. – 286 s.
4. Molchanova L.A. Istochniki finansirovaniya deyatel'nosti sel'hozproduzvoditelej / L.A. Molchanova// Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchno- proizvodstvennoj konferencii. FGBOU VO Belgorodskij GAU. 2015.- S. 174-175
5. Molchanova L.A. Prioritetnye napravleniya gosudarstvennoj i kommercheskoj finansovoj podderzhki agrarnogo sektora Rossii/ L.A. Molchanova, A.I. CHernyh// Innovacii v APK: problemy i perspektivy.-2014.-№2 (2).- S. 48-52
6. Molchanova L.A., CHernyh A.I., CHovgan N.I. Finansovye potoki v sisteme ehkonomicheskikh otnoshenij: monografiya/ L.A. Molchanova, A.I. CHernyh, N.I. CHovgan. - Belgorod.: Konstanta, 2014.- 157 s.
7. Nasedkina T.I. Ocenka investicionnoj privlekatel'nosti sel'skohozyajstvennyh organizacij/ T.I. Nasedkina, L.A. Reshetnyak, L.N. Gruzдова, L.I. Smurova//Innovacii v APK: problemy i perspektivy.- 2017.-№3(15).-S. 73-85
8. Sedova N.V. Innovacii v agropromyshlennom komplekse Rossijskoj Federacii: tendencii i perspektivy / N.V. Sedova// Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie. - 2013. -№2. - S. 24-28.
9. Faskhiev H. A. Model' upravleniya innovacionnoj deyatel'nost'yu predpriyatiya / H.A. Faskhiev // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. – 2013. –№ 4. – S. 11-28
10. ZHurnal Agroinvestor [EHlektronnyj resurs]: rezhim dostupa <http://www.agroinvestor.ru>

Сведения об авторах

Човган Наталья Ивановна, кандидат экономических наук, кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел: +7 908 780-53-63, e-mail: v.tchovanva@yandex.ru

Information about authors

Chovgan Natalya Ivanovna, candidate of economic Sciences, chair of economic theory and economy of agriculture of the Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel: +7 908 780-53-63, e-mail: v.tchovanva@yandex.

УДК 005.962.13:63

Н.Ю. Яковенко, Г.И. Худобин, М.Г. Метелева

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. В статье рассматривается организационно-экономический механизм, направленный на достижение максимальной эффективности труда. Одной из проблем аграрной экономики является то, что сельскохозяйственные организации, получив самостоятельность, оказались не готовы к поиску путей повышения производительности труда, что в конечном итоге снижало эффективность труда и производства. Недостаток информации о рыночных методах управления эффективностью использования трудовых ресурсов и неспособность к самостоятельному построению систем его стимулирования привели к снижению реальной заработной платы, производительности труда и оттоку работников из сельского хозяйства. Это свидетельствует о необходимости разработки новых, подходов к формированию системы управления эффективностью труда. Для оценки экономической эффективности труда с позиции системного анализа должна применяться система показателей, характеризующих результативность, производительность и интенсивность труда. Формирование системы управления эффективностью труда должно основываться на стратегической основе под контролем руководителя организации. Управление эффективностью труда предполагает формирование системного подхода к использованию человеческих ресурсов. путем анализа трудозатрат, установления обоснованных норм труда, их оценки и планирования в соответствии с долгосрочными и краткосрочными целями предприятия, разработки и реализации мер, обеспечивающих оптимальное соотношение трудозатрат и результатов при максимальном сокращении потерь всех видов ресурсов. Системный подход к управлению эффективностью труда в ООО «Борисовская зерновая компания» базируется на двух основных принципах: ориентации на выпуск продукции и интеграции всех подсистем организации в единое целое. Он охватывает организационные формы повышения производительности труда; сферы повышения производительности труда; прием и методы повышения производительности труда.

Ключевые слова: управление персоналом, экономическая эффективность труда, системный анализ, сельское хозяйство, управление эффективностью труда, подготовка кадров, использование трудовых ресурсов.

FORMATION OF SYSTEM OF MANAGEMENT EFFICIENCY OF LABOR IN AGRICULTURE

Abstract. The article deals with the organizational and economic mechanism aimed at achieving maximum efficiency of labor. One of the problems of the agricultural economy is that agricultural organizations, having gained independence, were not ready to find ways to increase productivity, which ultimately reduced the efficiency of labor and production. Moreover, the lack of information on market-based methods of managing labour efficiency and the inability to build incentive systems on their own have led to a decline in real wages, labour productivity and the outflow of workers from agriculture. This indicates the need to develop new approaches to the formation of the system of labor efficiency management. For cancerhowever economic эффективностиинформационноеэлементы labour positionsarticle system analysis should apply a system of indicators, the performance of kharakterizuyushchegosya, retail proizvoditelnosti and intensivetherapy work. The formation of the system of labor efficiency management should be based on a strategic basis under the control of the head of the organization. Labor efficiency management involves the formation of a systematic approach to the use of human resources through the analysis of labor costs, the establishment of reasonable labor standards, their evaluation and planning in accordance with the long-term and short-term goals of the enterprise, the development and implementation of measures to ensure the optimal ratio of labor costs and results with a maximum reduction System podkhodakh management производительностьюраспределением labor Omotola "Borisov zerovalue company" basisuitrusting dvukhurovnevoi main principles:to link the orientation of namereplace release productiveprotective and integration secretvibes organizacijama subsystems into a unified whole. Apribili covers: organisationautomatic forms polysensitivity productivity;demand sphere povysheniya productivity;techniques and metyrosine increase proizvoditelnosti work.

Keywords: personnel management, labor efficiency, system analysis, agriculture, labor productivity management, personnel training, the use of labor resources.

Всё более важной задачей российских организаций, функционирующих в современных условиях, становится создание новых и более эффективных систем управления, главной основой которых является управление трудовыми ресурсами как части менеджмента международных стандартов качества. Его сущностью и основными принципами является ориентация на потребителя, постоянное улучшение, лидерство руководителя, процессный и системный подход к управлению, вовлечение работников в процесс управления организацией. Сильнее стала проявляться необходимость личной ответственности каждого работника за

результаты труда, признания усиления социальной роли хозяйствующих субъектов в обществе и формирования их социальной ответственности. [3,4,7].

Рост сельскохозяйственного производства зависит полностью от эффективности использования трудовых ресурсов. Это обусловлено тем что без трудовых ресурсов не может осуществляться никакая деятельность. В связи с этим большое значение приобретает разработка организационно-экономических механизмов, направленных на достижение максимальной эффективности труда [6,8].

Объектом исследования в представленной работе является ООО «Борисовская зерновая компания». Прежде чем разработать систему управления эффективностью труда на изучаемом предприятии необходимо провести анализ использования трудовых ресурсов ООО «Борисовская зерновая компания».

Трудовые ресурсы предприятия (персонал) – это совокупность всех физических лиц, которые состоят с предприятием как с юридическим лицом в регулируемых договором найма отношениях. От качества трудовых ресурсов предприятия зависит результат его деятельности и конкурентоспособность. Понятие «трудовые ресурсы предприятия» отражает его потенциал.

Обеспеченность предприятия трудовыми ресурсами показана в таблице 1.

В отчетном году общая численность работников предприятия уменьшилась на 34 человека, численность работников растениеводства увеличилась на 10 человек.

Таблица 1 - Трудовые ресурсы предприятия

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Изменения, (+, -)
Среднегодовая численность работников, чел.	448	451	414	-34
в т.ч. в растениеводстве	151	158	150	-1
Отработано работниками во всех отраслях хозяйства тыс. чел.-час, всего	857	878	762	-95
Объем производственной нагрузки на 1 работника, чел.-час, - всего	1913	1947	1841	-72
Площадь сельскохозяйственных угодий на 1 работника, га	114,0	113,3	123,9	+9,9
Площадь пашни на 1 работника растениеводства, га	317,9	303,9	319,7	+1,8
Среднегодовая численность работников на 100 га сельскохозяйственных угодий, чел.	0,88	0,88	0,81	-0,07

Количество отработанного времени за анализируемый период уменьшилось на 95 тыс. чел.-час. Объем производственной нагрузки на 1 работника снизился на 72 чел.-час. В настоящее время предприятие достаточно обеспечено персоналом.

Эффективность производства, как категория, выражает качество хозяйствования, которое характеризуется соотношениями между результатами, полученными в процессе производства и затратами труда и средств, связанных с их достижением. Насколько эффективна деятельность ООО «Борисовская зерновая компания» можно судить по основным показателям работы предприятия представленным в таблице 2.

По данным таблицы 2 можно судить о том, что не все показатели в отчетном году улучшились по сравнению с базисным.

Стоимость валовой продукции в 2017 году увеличившись к уровню 2015 года на 76,5%. Товарная продукция возросла на 51,5%, прибыль уменьшилась на 26,9%, уровень рентабельности в отчетном году значительно снизился – на 21,2%.

Использование трудовых ресурсов организации – целенаправленная деятельность руководящего состава организации, руководителей и специалистов подразделений системы управления трудовыми ресурсами, которая включает разработку концепции и стратегии кадровой политики, принципов и методов управления трудовыми ресурсами.

Таблица 2 - Основные экономические показатели деятельности предприятия

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Изменения, (+, -)
Среднегодовая стоимость основных фондов, тыс.руб.	904796	926723	1079768	+174972
Стоимость валовой продукции, всего, тыс.руб.	1118093	1230800	1973753	+855660
Прибыль, тыс.руб.	430811	453026	314998	-115813
Стоимость товарной продукции, тыс.руб.	1053352	1010379	1595884	+542532
Получено на 100 га сельскохозяйственных угодий:				
валовой продукции, тыс.руб.	2188,3	2408,9	3848,2	+1659,9
товарной продукции, тыс. руб.	2061,6	1977,5	3111,5	+1049,9
прибыли, тыс.руб.	843,2	886,7	614,2	-229,0
Фондоотдача, руб.	1,24	1,33	1,83	+0,59
Уровень рентабельности, %	40,9	44,8	19,7	-21,2

Полнота использования трудовых ресурсов зависит во многом от сезонности производства, которую невозможно устранить в сельскохозяйственном производстве. Помесячная структура затрат труда приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Помесячная структура затрат труда

Месяц	Отработано одним работником, дней	Отработано чел.-дней, всего	в % к итогу
Январь	13,5	6111	6,3
Февраль	14,7	6596	6,8
Март	15,8	7081	7,3
Апрель	16,0	7178	7,4
Май	19,9	8924	9,2
Июнь	20,0	9021	9,3
Июль	21,0	9409	9,7
Август	22,3	9991	10,3
Сентябрь	20,5	9215	9,5
Октябрь	19,9	8924	9,2
Ноябрь	16,6	7469	7,7
Декабрь	15,8	7081	7,3
Итого за год	216	97000	100

Данные таблицы свидетельствуют, что сезонность производства в организации еще достаточно высока. Максимальные затраты труда в августе – 10,3% от общих за год, а минимальные в январе – 6,3%. Среднемесячные затраты труда составляли 8,3%.

В целом можно проследить тенденцию к увеличению затрат труда во время весенних работ по подготовке почвы к посеву и во время уборки урожая, а также осенних полевых работ.

Полноту использования трудовых ресурсов ООО «Борисовская зерновая компания» можно оценить по количеству отработанных одним работником дней и часов за анализируемый период времени, а также по степени использования фонда рабочего времени (ФРВ) (таблица 4).

Оценка результатов труда – одна из функций по управлению персоналом в ООО «Борисовская зерновая компания», направленная на определение уровня эффективности выполнения работ. Она является составной частью деловой оценки персонала наряду с оценкой его профессионального поведения и личностных качеств и состоит в определении соответствия результатов труда работника поставленным целям и запланированным показателям.

Таблица 4 - Использование рабочего времени

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. в % к 2016 г.
Среднегодовая численность работников, чел.	444	448	451	101,6
Отработано дней одним работником за год	227	234	215	94,7
Отработано часов одним работником за год	1806	1913	1947	107,8
Средняя продолжительность рабочего дня, ч	7,96	8,18	9,06	113,8
Общий фонд рабочего времени (ФРВ), чел.- час.	802000	857526	878503	109,6

Классификация факторов, учитываемых при оценке труда в изучаемом предприятии, приведена в таблице 5.

Рост сельскохозяйственного производства зависит полностью от эффективности использования трудовых ресурсов. Это обусловлено тем, что без трудовых ресурсов не может осуществляться никакая деятельность. В связи с этим большое значение приобретает разработка организационно-экономических механизмов, направленных на достижение максимальной эффективности труда.

Таблица 5 - Классификация факторов, учитываемых при оценке труда в ООО «Борисовская зерновая компания»

Факторы	Содержание факторов
Естественно-биологические	Пол, возраст, состояние здоровья, умственные способности, физические способности, климат и др.
Социально-экономические	Состояние экономики, государственные требования, ограничения и законы в области труда и заработной платы, квалификация работника, мотивация труда, уровень жизни и др.
Технико-организационные	Характер решаемых задач, сложность труда, состояние организации производства и труда, условия труда, объем и качество получаемой информации и др.
Социально-психологические	Отношение к труду, психофизиологическое состояние работника, моральный климат в коллективе и др.
Рыночные	Развитие экономики, развитие предпринимательства, уровень и объем приватизации, акционирование организаций, конкуренция, инфляция, безработица и др.

Управление эффективностью труд представляе собой стратегический процес приносящи стабильный успех организаци посредством повыш ния эффективности работ их сотрудников. Управление эффективностью труд тесн связано с поощрением продуктивного, самостоятельного повед ния, и включает:

- 1) оценку эффективности труда;
- 2) организацию и нормирование труда;
- 3) управление производительностью и интенсивностью труда;
- 4) управление стимулированием труда;
- 5) оптимизацию факторов производства.

Элементы системы управлени эффективность труда имеют строг определенное назначение и позволяют устранил недостатки системы управлени в современной сельскохозяйственно организации (Рис. 1) [2,7].

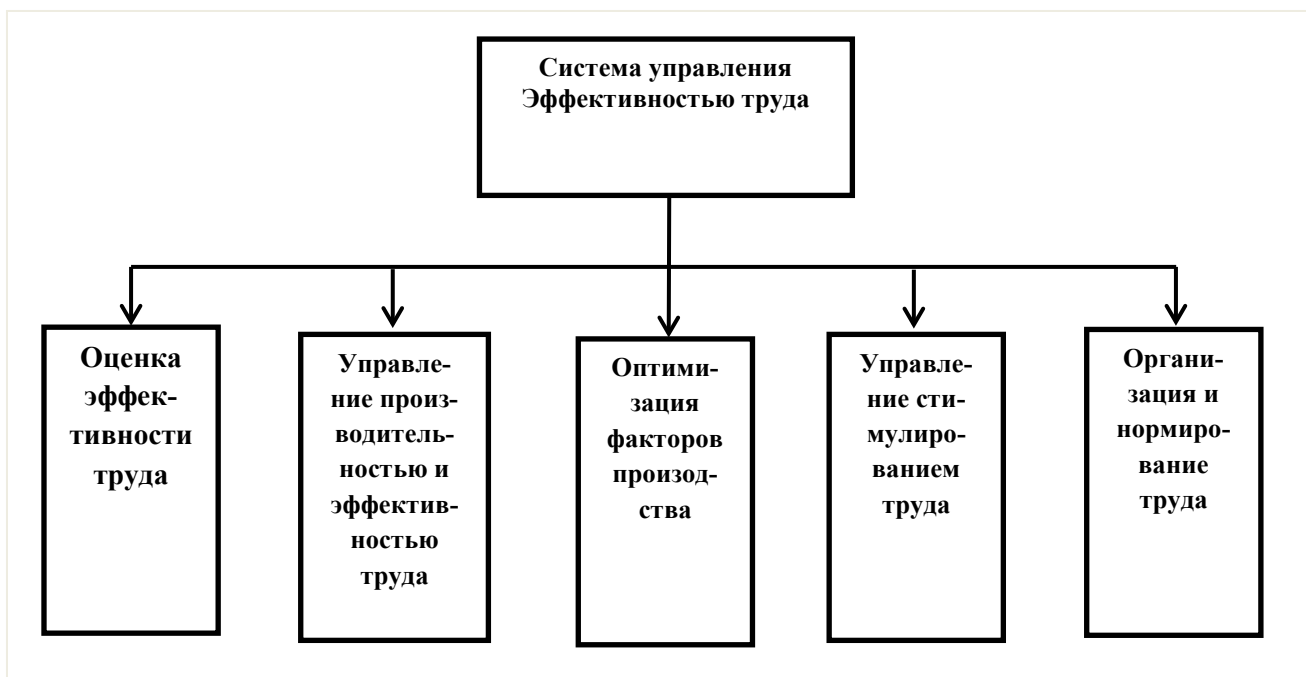


Рис. 1. Элементы систем управления эффективностью труда

Управление эффективностью труда, в первую очередь, предполагает формирование системного подхода к использованию человеческих ресурсов путем анализа трудозатрат, установления обоснованных норм труда, их оценки и планирования в соответствии с долгосрочными и краткосрочными целями предприятия, разработки и реализации мер, обеспечивающих оптимальное соотношение трудозатрат и результатов при максимальном сокращении потерь всех видов ресурсов (финансовых, человеческих, временных, информационных, материальных и т.д.).

Создание системы управления эффективностью труда в сельскохозяйственных организациях подчинено соблюдению последовательности установления каждого элемента.

Алгоритм формирования системы управления эффективностью труда приведен на рисунке 2 [1].

Первый этап: анализ эффективности труда – призван на базе анализа производительности, интенсивности и результативности труда выявить основные факторы определяющие уровень эффективности труда в организации. Он позволяет создать фундамент системы управления эффективностью труда на предприятии.

Второй этап: обоснование резервов эффективности труда – на основе выявленных факторов эффективности труда необходимо определить резервы ее повышения.

Третий этап: оптимизация факторов роста эффективности труда с целью устранения диспропорции в соотношении факторов производства: труда, земли и капитала.

Четвертый этап: разработка и реализация программ повышения эффективности труда – базируется на результатах, предшествующих трех этапам, поскольку на основе анализа, выявленных резервов и оптимизации факторов производства формируется система повышения эффективности труда в организации.

Основным этапом разработки системы управления эффективностью труда на предприятии является анализ эффективности труда работников.

Количество показателей, используемых для оценки эффективности труда может быть разным.

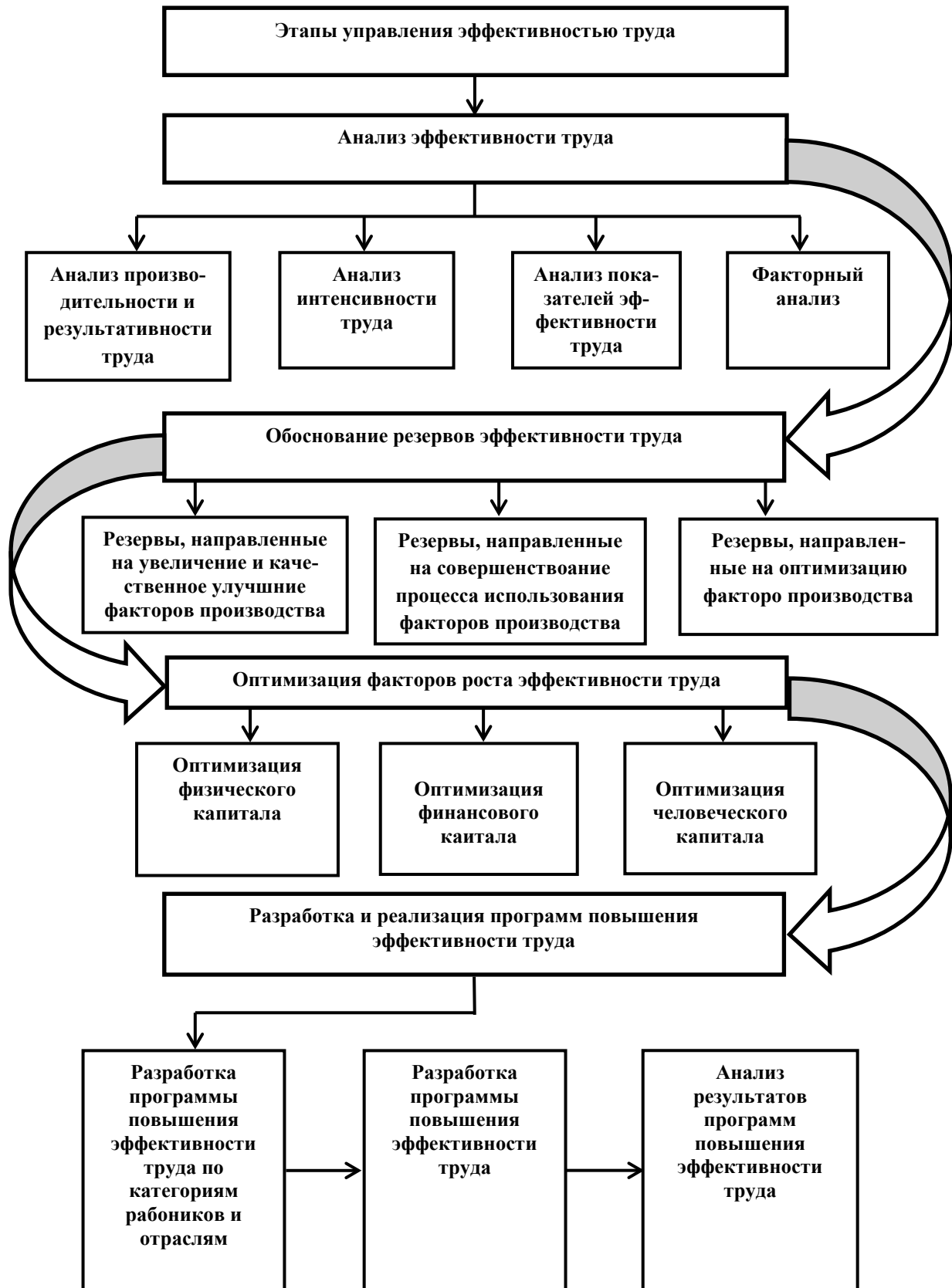


Рис. 2. Алгоритм формирования систем управления эффективностью труд [1]

Для оценки экономической эффективности труда с позиции системного анализа в ООО «Борисовская зерновая компания» должна применяться система показателей, характеризующих результативность, производительность и интенсивность труда.

Рассматривая оценку экономической эффективности как систему, состоящую из отдельных элементов и механизмов, которые между собой тесно взаимодействуют, можно провести классификацию и систематизацию показателей оценки использования труда в ООО «Борисовская зерновая компания».

Экономическая эффективность труда в сельскохозяйственных организациях, может быть определен по одному из четырех уровней:

1. Высокая, эффективность труда – это такая эффективность труда, когда интегральный показатель эффективности труда, выше 1,5. Работники, проявившие такую эффективность труда характеризуются как высоко квалифицированные специалисты, а результат их труда значительно превышает стандартные ожидания.

2. Средняя эффективность труд – это такой уровень эффективности, при котором интегральный показатель эффективности труд выше 0,75, но ниже 1,5. Труд работников достигает требуемых целей и стандарта эффективности, и соответствует стандартам ожидания.

3. Низкая эффективность труд – характеризуется значением интегрального показателя эффективности труда, который выше 0, но ниже 0,75. Труд таких работников требует повышения эффективности, поскольку существуют значительные возможности ее улучшения.

4. Неэффективный труд – это тако труд, когда интегральный показатель эффективности труда ниже 0. Это опасная ситуация, поскольку труд работников приносит предприятию убытки, что требует незамедлительны мер по изменению ситуации. Как правило, неэффективный труд является результатом плохо организации и нормирования труда [6].

С изменением уровня эффективности труда происходит изменение в состав факторов, способствующих его росту. В таблице 6 приведен факторы, влияющие на эффективность труд и уровень влияния того или иного фактора.

Таблица 6 - Фактор повышения эффективности труда работников сельскохозяйственных организаций в зависимости от ее уровня

Уровень эффективности труда	Основные факторы повышения	Уровень влияния, %
Неэффективный труд	мотивация	34,2
	специализация	29,5
	капиталообеспеченность	19,1
	изношенность основны средств	9,1
	прочие факторы	8,1
Низкая эффективность труда	мотивация	50,6
	специализация	25,6
	капиталообеспеченность	21,5
	прочие факторы	2,3
Средняя эффективность труда	мотивация	53,1
	специализация	31,2
	капиталообеспеченность	10,5
	прочие факторы	5,2
Высокая эффективность труда	мотивация	33,1
	специализация	31,2
	капиталообеспеченность	30,5
	прочие факторы	5,2

Таким образом, результаты анализа показали что, в ООО «Борисовская зерновая компания имеются резерв рост эффективности труда работников, основанные на уровне использования труда, его мотивации, обеспеченности капиталом и его качества, организаци производств и его оптимизации.

Эффективное использование сформированного на предприятии персонала в значительной степени обеспечивается разработкой системы мероприятий, направленных на повышение производительности труда. Основно цель управления производительностью

труда на предприятии является поиск и реализация возможных резервов ее роста [1,3,5].

Рост производительности труда – один из наиболее важных факторов повышения эффективности использования трудовых ресурсов.

Эффективность труда обуславливается его производительностью в их тесной взаимосвязи, что необходимо постоянно учитывать при определении факторов и резервов роста производительности труда.

ООО «Борисовская зерновая компания» отличается определённым уровнем производительности труда, который может повышаться или понижаться в зависимости от различных факторов. На уровень производительности труда на предприятии оказывает влияние величина экстенсивного использования труда, интенсивность труда, технико-технологическое состояние производства, а также погодные условия.

Рост производительности труда проявляется в увеличении количества продукции, выработанной в расчете на 1 среднего работника в единицу времени или в экономии времени, затраченного на единицу продукции. Динамика производительности труда в ООО «Борисовская зерновая компания» приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Динамика производительности труда

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. в % к 2015 г.
Валовая продукция – всего, тыс. руб.	1000265	1118093	1230800	123,0
в т.ч. на 1 работника	2252,8	2495,7	2741,4	121,7
на 1 чел.-час.	1,25	1,30	1,40	112,0
Произведено зерно – всего, ц	1082436	922966	659299	60,9
в т.ч. на 1 чел.- час.	3,37	2,81	2,01	59,6
на 1 работника растениеводства	7313,7	5732,7	4172,8	57,1
Затраты труда на производство зерна – всего, чел.- час.	321000	328000	328000	102,2
в т.ч. на 1 ц зерна	0,30	0,36	0,50	166,7
на 1 га посева	12,8	13,6	19,0	148,4
Произведено подсолнечника – всего, ц	93200	129069	166407	178,5
в т.ч. на 1 чел.- час.	0,79	1,04	1,34	169,6
на 1 работника растениеводства	629,7	763,7	1053,2	167,3
Затраты труда на производство подсолнечника – всего, чел.- час.	118000	124000	124000	105,1
в т.ч. на 1 ц подсолнечника	1,27	0,96	0,76	59,8
на 1 га посева	29,5	32,6	24,8	84,1

В целом по предприятию производство валовой продукции на 1 среднегодового работника и на 1 чел.-час – растет, следовательно производительность труда повышается. Производительность труда на производстве зерна значительно снизилась. Для производства зерна отчетный год был неблагоприятным.

Производительность труда на производстве подсолнечника, наоборот значительно повысилась, а трудоемкость снизилась в отчетном году по сравнению с базисным. На это повлияли благоприятные погодные условия и совершенствование технологии производства подсолнечника.

Управление производительности труда – это процесс стратегического и тактического планирования, осуществления, контроля и регулирования эффективного внедрения системы повышения производительности труда.

Управление производительности труда является подсистемой общей системы управления организацией и частью процесса управления производством и экономикой. Он включает планирование, организацию, руководство, контроль и регулирование, основанное на соотношении количества продукции, выпущенной производственной системой, и затрат на эту продукцию. Этот процесс столь же важен, как и другие контрольные функции и процессы [6,8].

Управляют производительностью руководителей организации. Руководству ООО «Борисовская зерновая компания» следует разрабатывать свой план стратегических мероприятий в области управления производительностью труда. Планирование мероприятий в области управления производительностью труда – это сложная задача, не зависящая от величин и структуры организационной системы.

Планирование мероприятий в области управления производительности труда – это сложная задача, не зависящая от величины и структуры организационной системы. Для рыночной экономики характерно, что все большее число работников аппарата, отделов кадров и менеджеров разного уровня сталкиваются с необходимостью разработки и внедрения программ в области управления производительности труда.

На рисунке 3 приведено восемь последовательных этапов процесса стратегического планирования управления производительностью труда ООО «Борисовская зерновая компания».



Рис. 3. Управление производительностью труда в ООО «Борисовская зерновая компания»

Управление производительностью включает следующие элементы:

1. Обеспечение основы для управления, т. е. концентрация внимания на результативности и производительность и выработка общего языка по этим проблемам.
2. Разработка стратегических планов обоснования программ производительности.
3. Разработка подходов к стратегиям и методам измерения и оценки производительности.

4. Разработка подходов к стратегиям и методам контроля и повышения производительности.

5. Обеспечения организации планирования и эффективного внедрения всех элементов.

Чтобы управление результативностью было успешным, необходимо эффективно выполнить все работы примерно в указанной последовательности [2].

В таблице 8 охарактеризуем основные этапы управления производительностью труда в ООО «Борисовская зерновая компания», представленны на рисунок 3.

Таблица 8 - Характеристика этапов стратегического планирования управления производительность труда в ООО «Борисовская зернова компания»

Этап планирования	Характеристика этапа
Этап 1. Внутренняя стратегическая оценка	Внимание должно быть сконцентрировано на внутренних аспектах организационной системы, для которо разрабатывается программа
Этап 2. Внешняя стратегическая оценка	Внимание должно быть уделено внешним условия деятельность организационной системы, которые способны повлиять на проектировани и разработк программы
Этап 3. Формулирование предпосыло плана	Необходимо сосредоточить внимани на главных предпосылках плана: множества внешних и внутренних предпосылок следует отобрат наиболее существенные и конкретные, которы необходимо присвоить свой номер, затем в соответствии с номером с разместить в матрицу важност факторов
Этап 4. Стратегическое планирование	Обеспечивается согласование целей или задач программы управления производительностью труда предполагается задача в следующей постановке: выделить стратегические цели и задачи, которые призваны реализовать поставленную программ управления производительностью сосредоточить внимание на том, чтоб получит краткие, но четкие формулировки целей
Этап 5. Разработка критериев результативности программы	Указываются конкретные измерители, критерии, нормативы, по которым следует оценивать результативность мероприятия в области управления производительностью
Этап 6. Планирование мероприятий	Внимание концентрируется на разработке конкретных мероприятий, под которые следует выделить ресурсы в следующем году для проектирования и разработк программы управления производительностью выдвигается задача сформулировать и перечислить конкретные программы, мероприятия и планы, под которые следует выделить ресурс на следующий год, для того чтобы успешн начать осуществление программы
Этап 7. Планирование проектов	Разрабатывается проект, включающи последовательность выполнения работ, оценку затрат, функци исполнителей, вопросы управления проектом, анали издержек и выгод
Этап 8. Рассмотрение и оценка программы	Цель заключаец в том, чтобы свест воедино результаты, полученные от различных групп менеджеров

Системный подход к управлени производительностью труда в ООО «Борисовска зерновая компания базируется на двух основных принципах: ориентации на выпуск продукции и интеграци всех подсисте организации в единое целое. Он охватывает: организационны формы повышени производительности труда сферы повышени производительности труда приемы и метод повышени производительност труда [3].

На производительность труда непосредственное влияние оказывает уровень квалификации рабочей силы. Чем выше профессионально мастерств работников и больш стаж работы по специальности, тем меньше труда затрачивается на производств единицы продукции.

Существует огромное количество методов развития профессиональны знаний и навыков. Если основываться на принято в мировой практике классификации методов обучения, то все их следует разделить на: а) методы обучения, применяемы в ходе выполнения работы; б) метод обучения вне рабочег места (должностны обязанностей); в) методы, которые в равной степени подходят для любого из этих двух вариантов.

Обучение на рабочем мест характеризуется непосредственны взаимодействием с обычно работо в обычной рабоче ситуации. Такое обучени может осуществляться в различных формах. Обучени в стенах организации може предусматривать приглашение внешнег преподавателя для удовлетворени конкретных потребностей в обучени сотрудников организации и в стена своей организации [2,4].

В целях повышения качества работы и совершенствования системы подготовки кадров в ООО «Борисовская зерновая компания» необходимо осуществлены следующих рекомендаций:

1. Внедрить в штатно расписание должность инженер по программам и инженера по подготовк кадров. Внедрить автоматизированную систем работы с персоналом. Данная систем включает в себя несколько разделов. Одни из наиболее важны разделов системы являетс «Профессиональный рост персонала», предназначенный для работ отдела подготовки кадров, котора включает данные по подготовк рабочих; обучению руководителей, специалисто и служащих; договорам на студенческую практику; резерв на замещение руководящих должности (руководителей структурного подразделения, главны специалистов, специалистов); данные распоряжени об организации групп обучения, протоколо обучения работников по различны курсам.

2. Ввести в штатное расписани должность психолога, чтоб привлекать его в учебный процесс, так как систем подготовки кадров имеет дело с взрослой аудиторией. Задача психолог – за отведенные часы перевести групп на уровень ассоциативный, в которой возникае осознание единства, интегрируются интересы, появляе общественное мнение.

3. Проводить социально-психологические тренинги, ролевы игры, дискуссии с использованием видеотехник и других современных технически средств обучения.

4. Оборудовать на базе учебного центр компьютерный класс и включит в программы обучения использовани современных компьютерны технологий.

5. Подготовка персонала невозможен без методического обеспечения учебног процесса, без пополнения фондов учебно и методической литературы. Необходимо создат электронную библиотеку, что позволит постоянн обновлять фонд новой литературой.

Учитывая особенност организации при формировании кадровог резерва, для ООО «Борисовская зерновая компания», предлагае такая модель подготовк персонала, с помощью которо будет возможно выбрат из имеющегося контингента работнико тех, кто объективно способен посл специального обучения и стажировк успешно работать на руководяще должности.

Библиография

1. Белокопытов М.В. Повышение производительност сельскохозяйственного труда в условия рынка: дисс. ...кандид. эконом. наук / М.В.Белокопытов – Курск КГСХА им. Проф. И. И. Иванова, 2011. – 187 с.
2. Ващейкина Ю.Ю. Управление адаптацией персонал в организации / Ю.Ю. Ващейкина // Сборник статье Международной научно-практической конференци в 4 ч. – Уфа, 2017. – С. 56-59
3. Затонская С.С. Математические методы в оценк эффективности использования трудовы ресурсов на предприятиях АПК / С.С. Затонская, И.В. Затонска // Инновационная наука. – 2016. – №3. – С. 96-98.
4. Конорев А.М. Эффективность использовани трудовых ресурсов в аграрно секторе экономики Курско области / А.М. Конорев, В.С. Кривошлыков, Н.В. Жахов // Вестни Курской государственно сельскохозяйственной академии. – 2016. – №4.
5. Нежелченко Е.В. Формирование организационно-экономическог механизма технической модернизаци сельского хозяйства в регион : Монография / Е.В. Нежелченко, А.И. Добрунова, Н.Ю. Яковенко и др. – Белгород: Изд-во Белгородский ГАУ им.В.Я. Горина, 2015.
6. Панфилов А.И. Пути повышения эффективност управления персоналом на предприятии / А.И. Панфилов, Р.А. Абдуллаев // Инновационная наука. 2016. – №4-1 (16). – Режи доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-personalom-na-predpriyatii> (дата обращения 12.06.2018).
7. Формирование и развитие систем управления персоналом организаци (на примере ООО «Белгранкорм» Ракитянског района Белгородской области): М / Г.И. Худобина и др.; / Под общ. ред. А.И. Добруновой. – Белгород Изд-во Белгородский ГАУ, 2017. – 363 с.
8. Худобина Г.И. Управление форми-рованием и развитием кадровог потенциала в АПК Белгородско области / Г.И. Худобина // Материалы V международной научно-практической конференци. – Прага, Чешская республика: Изд-в WORLD PRESS s r.o., 2014. – С. 120-123.

References

1. Belokopytov M.V. Increase the productivity of agricultural labor in a market: diss. ... Candid. economy. Sciences / MVV.Belokopytov – Kursk: KGSHA them. Prof. I. I. Ivanova, 2011. – 187 p.

2. Vashchekina Yu.Yu. Management of personnel adaptation in the organization / Y.Y. Vashchekina // Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference at 4 p. – Ufa, 2017. – pp. 56-59
3. Zatonskaya S.S. Mathematical methods in assessing the efficiency of the use of labor resources at enterprises of the agroindustrial complex / S.S. Zatonskaya, I.V. Zatonskaya // Innovative Science. – 2016. – № 3. – pp. 96-98.
4. Konorev A.M. Efficiency of the use of labor resources in the agrarian sector of the economy of the Kursk region / A.M. Konorev, V.S. Krivoslykov, N.V. Zhakhov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2016. – №4.
5. Nezhelchenko E.V. Formation of the organizational and economic mechanism of technical modernization of agriculture in the region: Monograph / E.V. Nezhelchenko, A.I. Dobrunova, N.Yu. Yakovenko and others - Belgorod: Publishing house Belgorod State University named after V.Y. Gorina, 2015.
6. Panfilov A.I. Ways to improve the efficiency of personnel management in the enterprise / A.I. Panfilov, R.A. Abdullaev // Innovative science. 2016. – No. 4-1 (16). – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-personalom-na-predpriyatii> (reference date: 12.06.2018).
7. Formation and development of the personnel management system of the organization (on the example of LLC "Belgran-feed" of the Rakityansk district of the Belgorod region): M / G.I. Khudobina and others; Under the Society. Ed. A.I. Dobrunova. - Belgorod: Publishing house Belgorod State University, 2017. – 363 p.
8. Khudobin G.I. Managing the formation and development of human resources in the agroindustrial complex of the Belgorod region / G.I. Shubina // Materials of the V International Scientific and Practical Conference. – Prague, Czech Republic: Publishing House WORLD PRESS sr.o., 2014. – pp. 120-123.

Сведение об авторах

Яковенко Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: nata.jackovencko2010@yandex.ru

Худобина Галина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: galja4561@mail.ru

Метелева Марина Геннадьевна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: marimet@mail.ru

Information about authors

Yakovenko Natalya Yurevna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of economic theory and Economics АПК, 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: nata.jackovencko2010@yandex.ru

Hudobina Galina Ivanovna, candidate of economic Sciences, associate Professor economic theory and Economics АПК, 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: galja4561@mail.ru

Metelleva Marina Gennadiyevna, candidate of veterinary Sciences, associate Professor of the Department of economic theory and Economics АПК, 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: marimet@mail.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 631.51:632.51:633.854.78

Е.Г. Котлярова, А.И. Титовская, М.Н. Рязанов, Н.А. Нужная, В.М. Гармашов

УРОВЕНЬ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Аннотация. Наиболее проблемным звеном в технологии возделывания подсолнечника является защита посевов от сорняков особенно в начале вегетации культуры. Поэтому оптимальный выбор интенсивности основной обработки почвы, учитывая тенденции ее минимизации в последнее время, весьма актуален. Это обусловило цель исследований, в результате которых было установлено, что «стабильными» в течение последних десятилетий в посевах подсолнечника являются такие сорняки как *Setaria Beauv.*, *Galium aparine L.*, *Polygonum convolvulus L.*, *Amaranthus retroflexus L.* из однолетних, из многолетних двудольных сорняков преобладали *Cirsium arvense (L.) Scop.* и *Sonchus arvensis L.* Исследования в 80-х годах прошлого века показали, что применение вспашки способствовало уменьшению засоренности посевов подсолнечника в начале вегетации по сравнению с безотвальной обработкой почвы на 25-44% и No-till – в 2,4 раза. Последние два способа обработки приводили к значительному увеличению наиболее вредоносных многолетних сорняков – соответственно в 2 и 6 раз (до 11,6 шт./м²). Отмечаемая тенденция сохранилась и к концу вегетации. Воздушно-сухая масса сорняков при отказе от оборота пласта увеличивалась в 2,5-3,2 раза, тогда как при отсутствии обработки – в 4,5 раза (до 42 г/м²). Усиление вспашки дополнительным лушением на 12-14 см позволило снизить число многолетних сорняков в 1,8 раза, а их массу в 2,2 раза. Исследования последнего десятилетия подтвердили положительное влияние вспашки, особенно в отношении многолетних сорняков. Эффективность безотвальной обработки почвы снижалась с уменьшением ее глубины. Интенсификация технологий в направлении системного применения гербицидов способствовала значительному снижению уровня засоренности посевов – в среднем до 8-11 шт./м² (в 7-15 раз в течение последних 40 лет) и применению ресурсосберегающих приемов обработки почвы. Это создает возможность гибкого отклика на постоянно меняющуюся экономическую ситуацию в выборе механического или химического метода контроля вредной растительности.

Ключевые слова: подсолнечник, обработка почвы, малолетние и многолетние сорняки, засоренность, гербициды, интенсификация, ЦЧЗ.

THE LEVEL OF SUNFLOWER CROPS CONTAMINATION DEPENDING ON THE SOIL CULTIVATION IN THE BLACK EARTH REGION

Annotation. The most problematic link in the technology of sunflower cultivation is the protection of crops from weeds especially at the beginning of the growing season. Therefore, the optimal choice of the main tillage intensity, regarding the trend of its minimization in recent years, is very relevant. This determined the purpose of studies, in which it was found that in recent decades "stable" weeds in sunflower crops are such as species of *Setaria Beauv.*, *Galium aparine L.*, *Polygonum convolvulus L.*, *Amaranthus retroflexus L.* from annual, from perennial dicotyledonous weeds *Cirsium arvense (L.) Scop.* and *Sonchus arvensis L.* Studies in the 80-yeares of the last century has shown that the plowing contributed to the decrease of sunflower crops contamination in the early growing season compared to the moldboard cultivation at 25-44% and No-till – by 2.4 times. The last two methods led to a significant increase in the most harmful perennial weeds, respectively, by 2 and 6 times (up to 11.6 PCs/m²). The observed trend continued towards the end of the growing season. Theair-dry mass of weeds increased by 2.5-3.2 times in case of abandonment of the soil layer turnover, while in the absence of soil cultivation – by 4.5 times (up to 42 g/m²). Strengthening of plowing with additional stubble by 12-14 cm allowed reducing the number of perennial weeds by 1.8 times, and their mass by 2.2 times. Studies of the last decade have confirmed the positive effect of plowing, especially in relation to perennial weeds. The efficiency of the moldboard cultivation decreased with the reduction of its depth. Intensification of technologies in the direction of systemic use of herbicides contributed to a significant reduction in the level of contamination of sunflower crops an average up to 8-11 PCs. / m² (by 7-15 times over the past 40 years) and the use of resource-saving methods of tillage. This creates the possibility of flexible response to the ever-changing economic situation in the choice of mechanical or chemical methods of control of harmful vegetation.

Keywords: sunflower, soil cultivation, juvenile and perennial weeds, contamination, herbicides, intensification, Black Earth region.

Введение. В настоящее время подсолнечник является одной из самых рентабельных и высокодоходных культур в России. В большинстве хозяйств, где его посевы занимают порядка 7-9% пашни, прибыль от его возделывания достигает 25-35% всей прибыли растениеводства. Исходя из этого, многие сельхозпроизводители сегодня делают ставку на расширение производства семян подсолнечника, прежде всего путем увеличения площади его посева.

Данные Росстата показывают, что за последние 10 лет площадь пашни засеваемой подсолнечником в РФ выросла на 25,1%, а по отношению к 1990 году – в 2,6 раза [10]. В Центрально-Черноземном регионе площади посева подсолнечника занимают порядка 20% всей площади засеваемой данной культурой в РФ, а его доля в структуре посевных площадей региона доходит до 15%.

Основным и, пожалуй, наиболее проблемным звеном в технологии возделывания подсолнечника является защита посевов от сорняков. Ширококорядный способ сева и медленный рост растений культуры в начале вегетации делают его посевы в данный период наиболее уязвимыми со стороны сорных растений. При недостаточном внимании к чистоте посевов подсолнечника, особенно в начале вегетации, можно недосчитаться 35-40% его урожая [12]. В связи с этим вопросы совершенствования технологии защиты его посевов от сорняков остаются весьма актуальными.

Предметом дискуссии в течение длительного периода времени является оптимальный выбор при возделывании подсолнечника интенсивности обработки почвы и сочетание ее с гербицидами для наиболее рационального контроля численности сорной растительности и ресурсосбережения. Мнения различных исследователей данной проблемы противоречивы. По данным одних исследователей глубокая отвальная обработка почвы обеспечивает наименьшую засоренность посевов культур [3, 5, 9]. Другие ученые [4, 11, 16, 18], наоборот, считают, что при применении безотвальных, мелких и поверхностных обработок почвы, засоренность посевов ниже. Также отмечается, что минимизация обработки почвы и No-till при отсутствии дополнительных приемов по борьбе с сорной растительностью приводят к росту засоренности посевов [2, 3, 6, 7, 14, 15, 17, 19]. Существуют материалы исследований, в которых указывается на отсутствие существенных различий в количестве сорняков в зависимости от способов основной обработки почвы [8].

В настоящее время на производстве при возделывании подсолнечника широко используют технологию Clearfield представляющую собой комбинацию гербицида Евро-Лайтнинг и высокоурожайных гибридов, устойчивых к этому гербициду. Это позволяет минимизировать обработку почвы вплоть до отказа от нее [13].

Цель настоящей работы обобщить результаты опытов, проведенных в различные периоды последних четырех десятилетий, по изучению эффективности регулирующего воздействия обработки почвы на сорный компонент агрофитоценоза подсолнечника в результате изменения интенсивности технологии его возделывания.

Условия и методы исследований. Исследования проводились в агроэкологических условиях Центрально-Черноземной зоны – важнейшем аграрном регионе страны, доля сельхозугодий в котором составляет 80% (13,2 млн. га). Регион характеризуется умеренно-континентальным климатом со среднегодовой температурой 5-6,4° С, суммой среднесуточных температур выше 10° около 2300-3000°, среднегодовой суммой осадков 450-550 мм.

Полевые исследования проводились в стационарных опытах отдела земледелия НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Воронежская область) в 1980-1991 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесиловый тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 6,84%; общего азота – 0,277%; общего фосфора – 0,20%; общего калия – 1,85%; рН солевой вытяжки 7,02.

В 80-е годы прошлого века активизировались исследования в связи с разработкой новых почвообрабатывающих орудий, основанных на различных принципах компоновки обрабатываемого слоя почвы и различной их интенсивности. Следует заметить, что данные орудия для обработки почвы и сегодня довольно широко применяются в производстве.

В первом опыте (1988-1991 гг.) изучалось фитосанитарное значение приемов основной обработки почвы: 1 – вспашка ПН-4-35 на глубину 20-22 см; 2 – чизелевание ПЧ-2,5 на 20-22 см; 3 – чизелевание ПЧ-2,5 на 45 см; 4 – обработка орудием параплау на 20-22 см; 5 – обработка стойками СибИМЭ на 20-22 см; 6 – без основной обработки почвы. Изучение приемов обработки почвы проводилось на двух фонах удобренности: а – без удобрений;

б – N₆₀P₆₀K₆₀ в основной прием. Площадь посевной делянки составляла 360 м², учетной – 210 м², повторность трехкратная, размещение делянок систематическое.

Во втором стационарном опыте (1980-1991 гг.) изучались системы основной обработки почвы в севообороте (горох – озимая пшеница – подсолнечник, кукуруза – ячмень): 1 – общепринятая в зоне, двухфазная – лущение дисковое на 6-8 см + вспашка на 20-22 см под культуры сплошного сева и на 25-27 см под подсолнечник; 2 – улучшенная, трехфазная – лущение дисковое на 6-8 см + лущение отвальное на 12-14 см + вспашка. Площадь посевной делянки в опыте 172,8 м², учетной – 70,4 м², повторность четырехкратная. В опытах высевался районированный сорт подсолнечника – Воронежский 436. Агротехника возделывания культуры соответствовала общепринятой для зоны.

Исследования 2011-2013 гг. проводились на опытных полях отдела земледелия Белгородской государственной сельскохозяйственной академии (Белгородская область). Почва – чернозем типичный среднемощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 5,0%, рН солевой вытяжки – 6,14; содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) соответственно 125–167 и 128–133 мг/кг почвы.

Изучались способы основной обработки почвы: 1. вспашка (контроль) – ПЛН-5-35 на глубину 28-30 см, 2. глубокая безотвальная обработка – ПЧ-2,5 на глубину 40-42 см, 3. мелкая безотвальная обработка – КПЭ-3,8 на глубину 14-16 см.

Предшественником подсолнечника сорта Ясон являлась озимая пшеница, размещаемая после гороха. Общим фоном под основные обработки служило лущение стерни дисковыми боронами на глубину 6-8 см вслед за уборкой предшественника. Изучение приемов основной обработки почвы проводилось на фоне основного минерального питания (азофоска) по 30 кг действующего вещества NPK на гектар. Размещение делянок в опыте систематическое, повторность трехкратная. Посевная площадь делянок - 53,2 м², а учетная площадь - 50,4 м². За время вегетации подсолнечника проводили две междурядные обработки на глубину 6-8 см культиватором КРН-4.2.

Полевые опыты в 2016-2018 гг. проводились на базе ЗАО «Краснояружская зерновая компания» (Белгородская область). Почва участка – чернозем типичный, содержание гумуса 4,9%, рН_{сол.} – 6,4, содержание подвижного фосфора и калия соответственно 134 и 234 мг / кг почвы.

Засоренность посевов подсолнечника, предшественником которого была озимая пшеница, возделываемая после сои, изучалось в зависимости от способов основной обработки почвы: 1. вспашка (контроль) – ПЛН-4-35 на глубину 25-27 см, 2. глубокая безотвальная обработка – SunFlower на глубину 25-27 см, 3. без обработки – No-till. Влияние способов обработки почвы оценивалось также при применении органических удобрений: 1. без удобрений; 2. сидерат – горчица белая; 3. компост соломо-пометный (20 т/га).

Размещение делянок в опыте систематическое, повторность трехкратная. Посевная площадь делянок – 100 м², а учетная площадь – 50 м². Перед посевом сидератов и внесением компоста производилась обработка дисковой бороной (послеуборочное лущение стерни) Amazone – Catros, исключая вариант с нулевой обработкой почвы. Сев сидеральной культуры осуществлялся сеялкой СЗТ – 3,6, в варианте с нулевой обработкой почвы – центробежным разбрасывателем Amazone- ZA. Сев подсолнечника производился стерневой сеялкой Massey Ferguson семенами гибрида НК Неома фирмы Syngenta. В фазе 4-6 листьев подсолнечника проводилась обработка гербицидом Евро-Лайтинг, ВРК в норме применения 1,0 л/га, расход рабочей жидкости 200 л/га.

Учет засоренности производился количественно-весовым методом путём наложения рамки размером 1 м², на двух несмежных повторениях в трёх местах, равноудаленных по диагонали делянки.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались определенными колебаниями, что, несомненно, отражалось на уровне засоренности посевов. Однако следует заметить, что отклонения от среднемноголетних значений были типичны для

зоны проведения опытов, что может служить объективным фактором при оценке проведенных экспериментов.

Результаты и обсуждение. Засоренность посевов подсолнечника при различных приемах основной обработки почвы.

В агроценозах при проведении наших исследований в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ (Воронежская область) в видовом составе преобладали такие сорняки, как щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv), куриное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот желтый (*Sonchus arvensis* L.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.). Встречалась пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) и дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.).

Результаты наших исследований свидетельствуют, что исключение основной обработки почвы и безотвальные приемы приводили к резкому увеличению засоренности посевов подсолнечника однолетними и многолетними сорняками в количественном и весовом отношении по сравнению с отвальной обработкой (табл. 1). В среднем за годы исследований по безотвальным обработкам в начале вегетации подсолнечника засоренность посевов независимо от фона удобренности была выше по чизелеванию на глубину 20-22 см на 25,2% по обработке почвы орудием типа параплау – на 43,7%, стойками СИБИМЭ – на 38,7%, на варианте без основной обработки почвы – в 2,4 раза, в том числе многолетними сорняками более чем в 2 раза – по безотвальным обработкам, а при исключении основной обработки почвы – в 6 раз. Увеличение засоренности посевов при минимализации обработки почвы происходило в основном за счет злаковых сорняков (щетинников), также отмечался и рост численности многолетних корнеотпрысковых сорняков. Увеличение глубины безотвальной обработки почвы (чизелевание на глубину 45 см) не способствовало снижению засоренности посевов подсолнечника.

Таблица 1 – Засоренность посевов подсолнечника при различных способах и глубине основной обработки почвы в сочетании с удобрениями (1989-1991 гг.), шт./м²

Обработка почвы и глубина	Фон	2-4 пары настоящих листьев			Перед уборкой			Воздушно-сухая масса, г/м ²		
		всего	в том числе		всего	в том числе		все-го	в том числе	
			мало-летние	много-летние		мало-летние	много-летние		мало-летние	много-летние
Вспашка на 20-22 см (контроль)	а	61,5	59,7	1,8	38,0	37,2	0,8	9,0	8,4	0,6
	б	62,5	61,8	0,7	45,7	44,8	0,9	9,4	8,6	0,8
Чизелевание на 20-22 см	а	80,8	79,4	1,4	62,0	60,3	1,7	23,8	20,3	3,5
	б	74,4	72,9	1,5	62,8	60,8	2,0	24,6	21,7	2,9
Чизелевание на 45 см	а	85,2	82,0	3,2	55,9	53,9	2,0	16,4	13,6	2,8
	б	80,8	79,1	1,7	58,9	57,4	1,5	15,4	12,7	2,7
Обработка параплау на 20-22 см	а	92,3	90,2	2,1	56,2	54,3	1,9	23,5	19,8	3,7
	б	85,9	84,7	1,2	59,6	57,2	2,4	22,3	18,0	4,3
Обработка стойками СИБИМЭ на 20-22 см	а	92,8	90,1	2,7	71,3	67,9	3,4	29,0	21,1	7,9
	б	79,3	76,9	2,4	65,0	62,1	2,9	29,6	23,5	6,1
Без основной обработки почвы	а	150,1	138,5	11,6	89,0	74,9	14,1	42,2	28,5	13,7
	б	140,0	124,6	15,8	91,9	77,6	14,3	41,0	27,1	13,9

Примечание: а – без удобрений, б – N₆₀P₆₀K₆₀

Несмотря на проведение двух междурядных обработок в течение вегетации подсолнечника, такая же закономерность в засоренности посевов при различных приемах основной обработки почвы сохранилась до конца вегетации подсолнечника, как по количеству сорных

растений, так и их массе. Превышение воздушно-сухой массы сорняков в посевах подсолнечника в период созревания при безотвальных приемах основной обработки по сравнению со вспашкой составляло: при чизелевании на глубину 20-22 см – в 2,6 раза, при обработке почвы параплау – в 2,5 раза, стойками СИБИМЭ – в 3,2 раза, на варианте без основной обработки почвы – в 4,5 раза. Независимо от фона удобренности при отсутствии обработки масса сорняков была максимальной и составляла 41,6 г/м² со значительной долей наиболее злостных многолетних сорняков свыше 30% в массе). Особенно значимо снижение эффективности такого варианта в сравнении с применением вспашки, где доля этой группы сорняков составляла 6-9%.

Более высокая засоренность посевов многолетними сорняками по безотвальным обработкам и при исключении основной обработки обусловлена отсутствием оборота пласта, слабым крошением почвы и малым травмированием корневой системы сорняков. Увеличение глубины обработки – чизелевание на глубину 45 см – приводило к некоторому уменьшению засоренности посевов по сравнению с другими безотвальными приемами. Применение удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ под подсолнечник не оказало влияния на засоренность посевов ни по количеству сорняков, ни по их массе.

Фитосанитарное значение систем основной обработки почвы. Согласно многолетним наблюдениям на посевах подсолнечника независимо от интенсивности основной обработки почвы в начале вегетации прорастает порядка 20 видов сорных растений. Превосходство в обилии среди них имеют малолетние двудольные виды, доля которых составляет 88-91%. При этом исследования показывают, что общепринятая технология возделывания подсолнечника, состоящая из довсходового боронования и двух междурядных обработок способна прерывать цикл развития большинства видов сорняков данной биогруппы.

Более приспособленными к технологии возделывания пропашных культур являются многолетние корнеотпрысковые виды сорных растений. Известно, что основной принцип борьбы с глубоко укореняющимися корнеотпрысковыми многолетниками основан на истощении запасов питательных веществ в корнях путем систематического их подрезания. Для этого, в свое время была разработана система улучшенной (послойной) обработки почвы.

Проведенные нами многолетние (12 лет) исследования выявили не однозначное действие улучшенной обработки в отношении различных видов корнеотпрысковых сорняков. Наиболее чувствительным к ее действию оказался осот полевой. Число его побегов при проведении двух лущений с последующей вспашкой снижалось относительно обработки почвы с одним лущением на 56,0%, а бодяка полевого – на 31,5% (табл. 3).

Таблица 3 – Количество и масса многолетних сорняков в посевах подсолнечника культур при различных по интенсивности системах основной обработки почвы (1980-1991 гг.)

Система обработки почвы	Срок определения *	Число сорняков, шт./м ²				Воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²
		бодяк полевой	осот полевой	вьюнок полевой	всего	
Обычная	1	5,4	7,5	0,5	13,4	
	2	9,0	1,4	1,1	11,5	36,4
Улучшенная	1	3,7	3,3	0,3	7,3	
	2	4,9	0,9	1,3	7,1	16,7
НСР ₀₅ =14,5						

* 1 – 2-4 пары настоящих листьев; 2 – перед уборкой.

В целом по биогруппе проведение дополнительного лущения в системе основной обработки почвы позволило уменьшить число стеблей многолетних сорняков в его посевах в среднем в 1,8 раза, а их массу в 2,2 раза. При этом положительное действие данной системы обработки почвы прослеживалось и в последствии на посевах ячменя, обеспечивая снижение массы корнеотпрысковых сорняков в его посевах в 2,2 раза.

Влияние интенсивности основной обработки почвы на засоренность посевов Защита посевов подсолнечника от сорняков в настоящее время продолжает оставаться проблемным звеном в технологии возделывания вследствие ранее указанных причин (высокая потенциальная засоренность почвы, широкорядный посев, замедленное развитие культуры в начале вегетации). Несмотря на значительное применение гербицидов в последние годы [1], в связи с их высокой стоимостью обработка почвы рассматривается как экономическая альтернатива. В свою очередь различные способы основной обработки почвы по затратам на их проведение различаются существенно. Поиск решения задач ресурсосбережения в современном земледелии осуществляется, в том числе и в направлении минимизации обработки почвы.

Нашими исследованиями установлено, что, несмотря на невысокий уровень засоренности посевов подсолнечника, она все еще в значительной степени зависит от приемов основной обработки почвы (табл. 4).

Таблица 4 – Засоренность посевов подсолнечника (2011-2013 гг.)

Способ основной обработки почвы	Количество сорняков, шт./м ²			
	малолетние		многолетние	общее количество
	однодольные	двудольные		
перед первой междурядной обработкой почвы				
Вспашка (контроль)	7,9	6,5	2,3	16,7
Мелкая безотвальная	13,5	21,1	6,6	41,2
Глубокая безотвальная	11,1	14,0	3,7	28,8
НСП ₀₅	2,3	4,6	1,2	-
перед уборкой				
Вспашка (контроль)	1,8	2,9	0,2	4,9
Мелкая безотвальная	4,1	10,4	6,2	20,7
Глубокая безотвальная	2,3	9,3	2,1	13,7
НСП ₀₅	0,8	2,1	1,3	-

Что касается видового состава, из однолетних однодольных сорняков встречались овсюг (*Avena fatua* Thell.), мышей сизый (*Setaria glauca* L.), однолетние двудольные были представлены в основном подмаренником цепким, фиалкой полевой (*Viola arvensis* Murr.), горцем вьюнковым, щирицей запрокинутой, просвирником пренебрежным (*Malva neglecta* Wallr.) и другими. Из многолетних двудольных сорняков преобладали бодяк полевой и осот желтый.

В среднем за три года наименьший уровень засоренности в начале вегетации отмечается по вспашке. Общее количество сорняков составило 16,7 шт./м², причем преобладали малолетние двудольные и однодольные – 86%. Безотвальные обработки как мелкая, так и глубокая в сравнении с контролем отличались гораздо более высокой засоренностью: при обработке почвы культиватором – в 2,5 раза, а при использовании чизеля – в 1,7 раза.

Засоренность наиболее вредоносными многолетними сорняками по вспашке была достоверно ниже, чем при применении ресурсосберегающих обработок – в 1,6-2,9 раза. Худшим вариантом обработки по количеству всех учитываемых групп сорняков была мелкая безотвальная обработка почвы.

Проведение двух междурядных обработок повлияло на снижение численности появившихся во второй половине вегетации сорняков. Тем не менее, отмечаемый ранее характер влияния изучаемых обработок на данный показатель сохранился.

Общее количество сорняков на вспашке уменьшилось в 3,4 раза, на деланках, обработанных культиватором и чизелем в 2 раза. Засоренность посевов подсолнечника на культивированных деланках была больше в 4,2 раза, чем на вспаханных и в 1,5 раза больше, чем на обработанных чизелем. Особенно ярко положительное действие отвальной глубокой обработки почвы проявилось по ее влиянию на многолетнюю сорную растительность. Если снижение однолетних сорняков к уборке культуры по различным вариантам обработок было примерно одинаковым: однодольных – в 3-5 раз, двудольных – в 1,5-2 раза, то снижение

многолетних сорняков на фоне вспашки было десятикратным, тогда как на фоне глубокого безотвального рыхления их количество снизилось только в 1,8 раз по сравнению с первым периодом учета. Следует подчеркнуть, что мелкая безотвальная обработка не оказала никакого воздействия на распространение этой группы сорняков: до междурядных обработок 6,6 шт./м², после – 6,2 шт./м².

В настоящее время в передовых хозяйствах особенно узкоспециализированных, например, зернового направления, широко используются гербициды. Именно в таком хозяйстве в 2016-2018 гг. были проведены исследования по изучению эффективности способов основной обработки почвы, а также с учетом использования органических удобрений – компоста и сидерата. Учет сорной растительности проводился только в фазу 2-4 пар настоящих листьев, поскольку подсолнечник возделывался по системе Clearfield с применением гербицида Евро-Лайтнинг, что исключало необходимость учета в период уборки.

Анализ данных показал, что при системном использовании гербицидов в производстве происходит снижение общего уровня засоренности до 8-11 шт./м² (табл. 5), что ниже от 2-4 до 7-15 раз по сравнению с предшествующими периодами (табл. 1, 3, 4). Это позволяет минимизировать обработку почвы вплоть до ее отказа. Тем не менее общий уровень засоренности достоверно меньше на 1,7-1,8 шт./м² или 20-22% при применении основной обработки почвы, чем без нее.

Таблица 5 – Влияние способов основной обработки почвы и органических удобрений на засоренность посевов подсолнечника (2016-2018 гг.)

Обработка почвы (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Среднее (А)
	без удобрений	компост	сидерат	
Малолетние сорняки, шт./м ²				НСР ₀₅ =0,7
Вспашка	5,7	5,7	5,2	5,3
Глубокое рыхление	5,3	5,7	5,9	5,6
Без обработки (No-till)	7,3	6,2	6,6	6,7
Среднее (В), F _{факт} <F _{теор.}	6,1	5,9	5,9	
Многолетние сорняки, шт./м ²				F _{факт} <F _{теор.}
Вспашка	2,9	2,8	2,6	2,8
Глубокое рыхление	2,3	2,8	2,5	2,5
Без обработки (No-till)	2,8	2,9	3,2	3,0
Среднее (В), F _{факт} <F _{теор.}	2,7	2,8	2,8	
Общее количество сорняков, шт./м ²				НСР ₀₅ =1,2
Вспашка	8,6	8,6	7,8	8,3
Глубокое рыхление	7,6	8,5	8,5	8,2
Без обработки (No-till)	10,1	9,2	10,7	10,0
Среднее (В), F _{факт} <F _{теор.}	8,8	8,8	9,0	
Воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²				F _{факт} <F _{теор.}
Вспашка	1,5	1,8	1,7	1,7
Глубокое рыхление	1,5	1,8	1,9	1,7
Без обработки (No-till)	1,9	1,9	2,0	1,9
Среднее (В), F _{факт} <F _{теор.}	1,6	1,8	1,9	

Такое же заключение справедливо и в отношении малолетних сорняков. Отсутствие обработки почвы приводит к существенному увеличению засоренности данной группой сорняков – на 1,1-1,4 шт./м² или 20-26%.

Влияние удобрений на количество малолетних сорняков и общую засоренность установлено не было. Так же, как и на количество многолетних сорняков и воздушно-сухую массу сорняков. Последние два показателя не зависели и от способов основной обработки почвы. Как тенденцию можно лишь отметить некоторое их увеличение без применения основной обработки почвы.

Очевидно, различия в биологических особенностях (плодовитость и, особенно, способ размножения) малолетних и многолетних сорняков обуславливают разницу между механическим и химическим методами контроля засоренности, когда системное применение герби-

цидов делает недостоверными различия между способами основной обработки почвы по влиянию на наиболее вредоносную многолетнюю сорную растительность. Это подчеркивается и несущественностью различий в воздушно-сухой массе сорняков.

Заключение. В результате исследований, охватывающих длительный период, начиная с 1980 года по настоящее время, было установлено, что «стабильными» в посевах подсолнечника являются такие сорняки как виды щетинника (*Setaria Beauv.*), подмаренник цепкий (*Galium aparine L.*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus L.*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus L.*) из однолетних, из многолетних двудольных сорняков преобладали бодяк полевой (*Cirsium arvense (L.) Scop.*) и осот желтый (*Sonchus arvensis L.*).

И более ранние, и современные исследования свидетельствуют о том, что в почвенно-климатических условиях ЦЧЗ глубокая отвальная обработка создает наиболее благоприятные фитосанитарные условия при выращивании подсолнечника. Исключение основной обработки почвы и безотвальные приемы приводили к увеличению засоренности посевов подсолнечника малолетними и многолетними сорняками в количественном и весовом отношении.

Интенсификация технологий в направлении системного применения гербицидов способствовала значительному снижению уровня засоренности посевов – в среднем до 8-11 шт./га (в 7-15 раз в течение последних 40 лет) и применению ресурсосберегающих приемов обработки почвы. Это создает возможность гибкого отклика на постоянно меняющуюся экономическую ситуацию в выборе механического или химического метода контроля вредной растительности.

На степень засоренности посевов подсолнечника ни минеральные, ни органические удобрения, испытанные в наших экспериментах, существенного влияния не оказали.

Библиография

1. Артохин К.С., Игнатова П.К. Защита подсолнечника // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2015. - № 1. – 32 с.
2. Власенко Н.Г., Коротких Н.А., Кулагин О.В., Слободчиков А.А. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при технологии No-till // Защита и карантин растений. – 2014. - № 1. – С. 18-22.
3. Гармашов В.М., Витер А.Ф. Засоренность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте // Земледелие. – 2008. - № 5. – С. 37-38.
4. Исайкин И.И., Волков М.К. Плуг – сорнякам друг / Земледелие. – 2007. - № 1. – С. 23-24.
5. Кильдюшкин В.М., Бугаевский В.К. Совершенствование систем основной обработки почвы // Земледелие. – 2007. - № 2. - С. 24-25.
6. Корнилов И.М., Нужная Н.А. Обработка почвы и сорный компонент // Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия - повышения плодородия почвы, роста продуктивности с-х культур и сохранения окружающей среды: Т. 1. Белгород: Отчий край, 2012. – С. 122-125.
7. Котлярова О.Г., Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Динамика сорной растительности в посевах гороха в зависимости от интенсивности обработки почвы и минерального питания. – Вестник Курской ГСХА. – 2012. - № 7. – С51-53.
8. Матвеев В.В., Головнов А.М., Северьянов С.Н. Энергосберегающая обработка почв // Земледелие. – 2003. - № 2. – С. 18.
9. Нужная Н.А., Лаптиев А.Б. Влияние обработки почвы на засоренность посевов пропашных культур // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Материалы VII международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 190-192.
10. Посевные площади подсолнечника (http://www.gks.ru/bgd/regl/B13_14p/isswww.exe/Stg/d2/14-08.htm дата обращения (3.11.2017))
11. Романенко А.А., Васюков П.П. Кто поставит точку в войне с землей? // Земледелие. - 2006. - № 6. – С. 23-25.
12. Спиридонов Ю.Я., В.Г. Шестаков Развитие отечественной гербологии на современном этапе. – М.: Печатный город, 2013. – 426 с.
13. Хайбуллин М.М., Колосов Т.А. Определение биологической урожайности и масличности семян гибридов подсолнечника, возделываемых по системе «Clearfield» в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан // Вестник ОГУ. – 2013. - № 10. – С. 227-229.
14. Anderson R.L. Diversity and No-till: keys for pest management in the U/S/ Great Plains // Weed Science. – 2008. – v. 56. – p. 141-145.
15. Wojanich E. 2003. Nueva estrategia de control de malezas en girasol tecnología Clearfield. 2° Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, p. 18-19.

16. Cousens, R. Theory and reality of weed control thresholds // *Plant Protect.* – 1987. – Т. 2. – № 1. – P. 13–20.
17. Fisher N.M., Davies D.H.K., Atkinson D. Implications for wildlife, landscape and the environment of farming without pesticides. – Farnham, 1991. – P.745–754.
18. Hurle K. Integrated management of grass weeds in arable crops // *Proc. / Brighton crop protection conf.-weeds /* – Farnham (Surrey), 1993. – Vol. 1. – P. 81–88.
19. Montoya J.C., Porfiri C., Romano N., Rodriguez N. 2008. Manejo de malezas en el cultivo de girasol. In *El Cultivo del Girasol en la Región Semiárida Pampeana*, INTA EEA Anguil, Publicación Técnica N° 72, p 49-63.

References

1. Artokhin K.S., Ignatova P.K. Sunflower protection // Appendix to the journal “Plant protection and quarantine”. – 2015. - № 1. – 32 p.
2. Vlasenko N.G., Korotkikh N.A., Kulagin O.V., Slobodchikov A.A. Phytosanitary condition of spring wheat at No-till technolog // *Plant protection and quarantine.* – 2014. - № 1. – P. 18-22.
3. Garmashov V.M., Vinter A.F. Contamination of crops at different methods of tillage in the grain crop rotation // *Agriculture.* – 2008. - № 5. – P. 37-38.
4. Isaykin I.I., Volkov M.K. Plow – weeds friend / *Agriculture.* – 2007. - № 1. – P. 23-24.
5. Kildyushkin V.M., Bugaevsky V.K. Improving the systems of basic treatment of soil // *Agriculture.* – 2007. - № 2. - P. 24-25.
6. Kornilov I.M., Nuzhnaya N.A. Soil treatment and weed component // *Biologization of adaptive landscape system of agriculture-increasing soil fertility, increasing productivity of agricultural crops and environmental conservation: Vol.1.* Belgorod: Fatherland, 2012. – P. 122-125.
7. Kotlyarova O.G., Kotlyarova E.G., Lubentsov S.M. Dynamics of weed vegetation in pea crops depending on the intensity of soil treatment and mineral nutrition. – *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy.* – 2012. - № 7. – P. 51-53.
8. Matveev V.V., Golovnov A.M., Severyanov S.N. Energy-saving soil treatment // *Agriculture.* – 2003. - № 2. – P. 18.
9. Nuzhnaya N.A., Laptiev A.B. Influence of soil treatment on the weed contamination of crops // *Agrotechnical method of plant protection from harmful organisms. Materials of VII International Scientific and Practical Conference.* – 2015. – P. 190-192.
10. The acreage of sunflower (http://www.gks.ru/bgd/regl/B13_14p/isswww.exe/Stg/d2/14-08.htm access date (3.11.2017))
11. Romanenko A.A., Vasyukov P.P. Who will put an end to the war with the earth? // *Agriculture.* – 2006. - № 6. – P. 23-25.
12. Spiridonov Yu.Ya., V.G. Shestakov Development of national herbology at the present stage. – M.: Print city, 2013. – 426 p.
13. Khaybullin M.M., Kolosov T.A. Determination of biological yield and oil content of sunflower hybrids seeds cultivated on the system “Clearfield” in the pre-Ural steppe of the Republic of Bashkortostan // *Vestnik OSU.* – 2013. - № 10. – P. 227-229.
14. Anderson R.L. Diversity and No-till: keys for pest management in the U/S/ Great Plains // *Weed Science.* – 2008. – v. 56. – p. 141-145.
15. Bojanich E. 2003. Nueva estrategia de control de malezas en girasol tecnología Clearfield. 2° Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, p. 18-19.
16. Cousens, R. Theory and reality of weed control thresholds // *Plant Protect.* – 1987. – Т. 2. – № 1. – P. 13–20.
17. Fisher N.M., Davies D.H.K., Atkinson D. Implications for wildlife, landscape and the environment of farming without pesticides. – Farnham, 1991. – P.745–754.
18. Hurle K. Integrated management of grass weeds in arable crops // *Proc. / Brighton crop protection conf.-weeds /* – Farnham (Surrey), 1993. – Vol. 1. – P. 81–88.
19. Montoya J.C., Porfiri C., Romano N., Rodriguez N. 2008. Manejo de malezas en el cultivo de girasol. In *El Cultivo del Girasol en la Región Semiárida Pampeana*, INTA EEA Anguil, Publicación Técnica N° 72, p 49-63.

Сведения об авторах

Котлярова Екатерина Геннадьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +74722 39-22-45, e-mail: kotlyarovaeg@mail.ru.

Титовская Алла Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +74722 39-26-68, e-mail: Titovskaya.ai@yandex.ru.

Рязанов Михаил Николаевич, аспирант третьего года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: ryazanov1993@bk.ru.

Нужная Наталия Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтных систем земледелия ФГБНУ НИИСХ ЦЧП, пос. 2 участка Института им. Доку-

чаева, квартал 5, дом 81, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, тел: +747352 4-55-35, e-mail: fia_2006@list.ru.

Гармашов Владимир Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отдела адаптивно-ландшафтных систем земледелия ФГБНУ НИИСХ ЦЧП, пос. 2 участка Института им. Докучаева, квартал 5, дом 81, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, тел: +747352 4-55-35, e-mail: niish1c@mail.ru.

Information about authors

Kotliarova E. G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the 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, tel.: +74722 39-22-45, e-mail: kotlyarovaeg@mail.ru.

Titovskaya A.I., candidate of agricultural sciences, associate professor of the 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, tel.: +74722 39-26-68, e-mail: kotlyarovaeg@mail.ru.

Riazanov M.N., graduate student of the third year of training of the 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.

Nuzhnaya N.A., candidate of agricultural sciences, leading researcher of the Department of adaptive-landscape systems of agriculture, V.V. Dokuchayev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Earth Zone, Russia, 397463, p/o Institut im Dokuchayeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., tel: +747352 4-55-35, e-mail: fia_2006@list.ru.

Garmashov V.M., candidate of agricultural sciences, leading researcher of the Department of adaptive-landscape systems of agriculture, V.V. Dokuchayev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Earth Zone, Russia, 397463, p/o Institut im Dokuchayeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., tel: +747352 4-55-35, e-mail: niish1c@mail.ru.

УДК 528.8.04: 631.1

С.А. Линков; А.В. Акинчин; И.С. Донченко; А.А. Попов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Эффективно управлять современным растениеводством можно только при условии наличия объективной информации о размерах и состоянии сельхозугодий, а также о развитии сельскохозяйственных культур. Получить ее помогает дистанционное зондирование территории. Однако следует учитывать, что получаемый при этом большой объем пространственной и атрибутивной информации качественно можно обрабатывать и анализировать только при помощи специального программного обеспечения, учитывающего как пространственную привязку, так и специальные сведения о полях.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, сервис «ВЕГА», нормализованный относительный индекс растительности, биомасса растительности

THE USE OF REMOTE SENSING TECHNIQUES TO ASSESS THE CONDITION OF AGRICULTURAL CROPS

Abstract. Modern crop production can be managed effectively only if objective information is available on the size and condition of the farmland, as well as on the development of agricultural crops. Remote sensing of the territory helps to get it. However, it should be taken into account that the large amount of spatial and attribute information obtained in this case can be qualitatively processed and analyzed only with the help of special software that takes into account both spatial reference and special information about fields.

Keywords: remote monitoring, service "VEGA", normalized relative vegetation index, vegetation biomass.

Для эффективного управления сельскохозяйственным предприятием, производящим растениеводческую продукцию, необходима объективная информация о размерах и состоянии сельхозугодий, а также о развитии сельскохозяйственных культур. Решению этой задачи помогают данные дистанционного зондирования, роль которых в последнее время непрерывно возрастает [2].

Однако следует учитывать, что получаемый при этом большой объем пространственной и атрибутивной информации качественно можно обрабатывать и анализировать только при помощи специального программного обеспечения, учитывающего как пространственную привязку, так и специальные сведения о полях [3, 4].

Одним из таких инструментов является «ВЕГА-Science» – уникальная научная разработка, входящая в состав Центра коллективного пользования ЦКП «ИКИ-Мониторинг», предназначенного для решения научных задач по изучению и мониторингу окружающей среды с использованием методов и технологий спутникового дистанционного зондирования.

«ВЕГА-Science» предоставляет распределенный доступ к многолетним ежедневно пополняющимся архивам спутниковых данных и получаемым на их основе различным информационным продуктам, в первую очередь ориентированным на изучение и анализ состояния растительного покрова. В частности, сервис позволяет анализировать с использованием временных рядов вегетационные индексы состояния растительного покрова, его сезонную и многолетнюю динамику для любой отдельной точки или заданного пользователем полигона.

В ГИС-пакете «ВЕГА-Science» имеется весь набор инструментов, необходимый для работы как с растровыми изображениями, так и с табличными данными и графиками.

В стандартный набор интерфейса включен целый ряд функций по работе с растрами, которые доступны в боковой панели окна. В набор включены следующие конструктивные элементы: «Спутниковые данные», «Растительность», «Природные пожары», «Метеоданные», «Картография», «Анализ данных», «Управление интерфейсом», «Легенда карты». Основной вкладкой для получения информации о состоянии сельскохозяйственных культур является вкладка «Растительность», где необходимо воспользоваться кнопкой «Анализ состояния полей», либо «Анализ состояния растительности по районам».

Для оценки состояния растительности в последнее время широко используются так называемые вегетационные индексы. В настоящее время всего существует около 160 вариантов вегетационных индексов. Особое внимание в нашем исследовании было уделено изуче-

нию динамики индекса NDVI (NormalizedDifferenceVegetationIndex, с англ. – нормализованный относительный индекс растительности) – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы. Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова, в особенности на посевах сельскохозяйственных культур.

Зелёные листья растений поглощают электромагнитные волны в красном диапазоне и отражают волны в ближнем инфракрасном. Чем больше листовая поверхность растений и чем больше хлорофилла в листьях, тем сильнее растения поглощают попадающий на них красный свет (и меньше его отражают). По сумме и разности отражений в красном и ближнем инфракрасном диапазонах вычисляется индекс NDVI:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}),$$

где ρ_{NIR} – коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра, ρ_{RED} – коэффициент отражения в красной области спектра [3].

Для исследований нами использовались снимки из сервиса космического мониторинга, полученные Институтом космических исследований РАН. Фиксация индекса NDVI проводилась шесть раз за вегетационный период, но в сервисе накопление данных происходит в более крупных объёмах – здесь информация сохраняется с периодичностью в неделю. Использование предлагаемого списка недель года с указанием дат позволяет выбрать необходимую неделю, в результате чего автоматически на экране будет построена тематическая карта, отображающая среднее значение индекса для каждого поля.

В работе были исследованы разновременные значения индекса, рассчитанные на землях учебно-научного инновационного центра «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В. Я. Горина». Даты съёмки: 24 апреля, 15 мая, 5 июня, 3 июля, 21 августа, 25 сентября. Даты выбраны таким образом, чтобы каждая из них попадала на разные фазы вегетации культур (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее значение индекса NDVI сельскохозяйственных культур (2017 год)

Культуры	Дата съёмки					
	24 апреля	15 мая	5 июня	3 июля	21 августа	25 сентября
Озимая пшеница	0,6	0,74	0,78	0,66	0,55	0,45
Подсолнечник	0,36	0,42	0,64	0,81	0,49	0,39
Овес	0,51	0,52	0,74	0,75	0,31	0,36
Ячмень	0,42	0,66	0,69	0,54	0,34	0,36
Соя	0,36	0,5	0,67	0,71	0,47	0,22

Оцифровка полей УНИЦ «Агротехнопарк» была проведена ранее: из полученных с беспилотного летательного аппарата снимков в геоинформационной программе qGIS сформирован ортофотоплан [1]. Имея индивидуальный авторизованный доступ в сервис «BEGA-Science» и отвекторизованную карту полей, появляется возможность получать данные об индексе NDVI на каждое конкретное поле.

Диапазон абсолютных значений индекса NDVI лежит в интервале от –1 до +1. Для растительности индекс принимает положительные значения (примерно от 0,2 до 0,9), и чем больше зелёная фитомасса растений в момент измерения, тем значение NDVI ближе к единице. Показатель NDVI – относительный, он не показывает абсолютных значений биомассы зелёных листьев (в т/га, например), но по нему можно достоверно оценить, насколько хорошо или плохо развивается посев.

На рисунке 1 представлена карта индекса NDVI на период с 10 по 17 июня 2017 года.

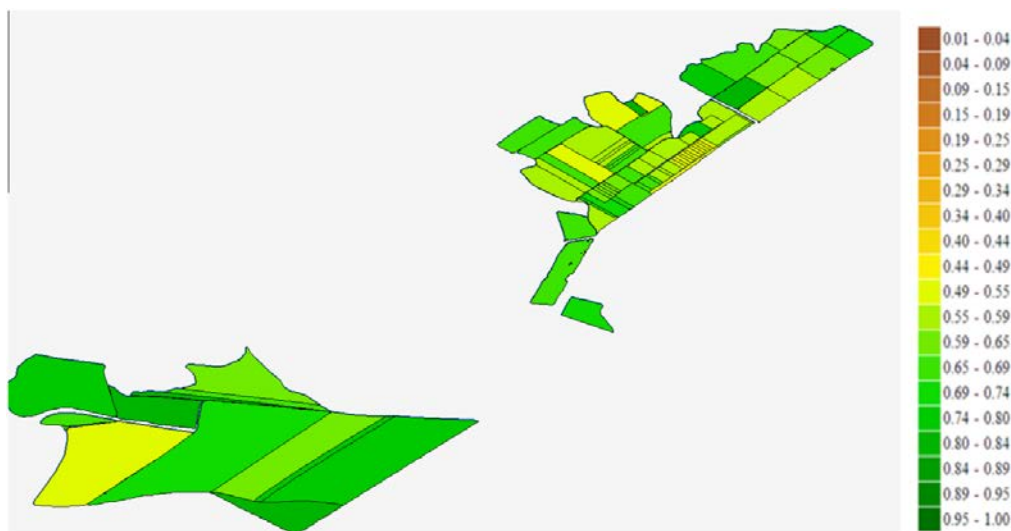


Рис. 1. Синтезированная карта распределения NDVI, 10-17 июня 2017 г. (сервис «ВЕГА»)

Варьирование различных числовых статистических значений нагляднее отобразить в виде графиков. На рисунке 2 представлены диаграммы, построенные по средним значениям индекса для отдельных культур.

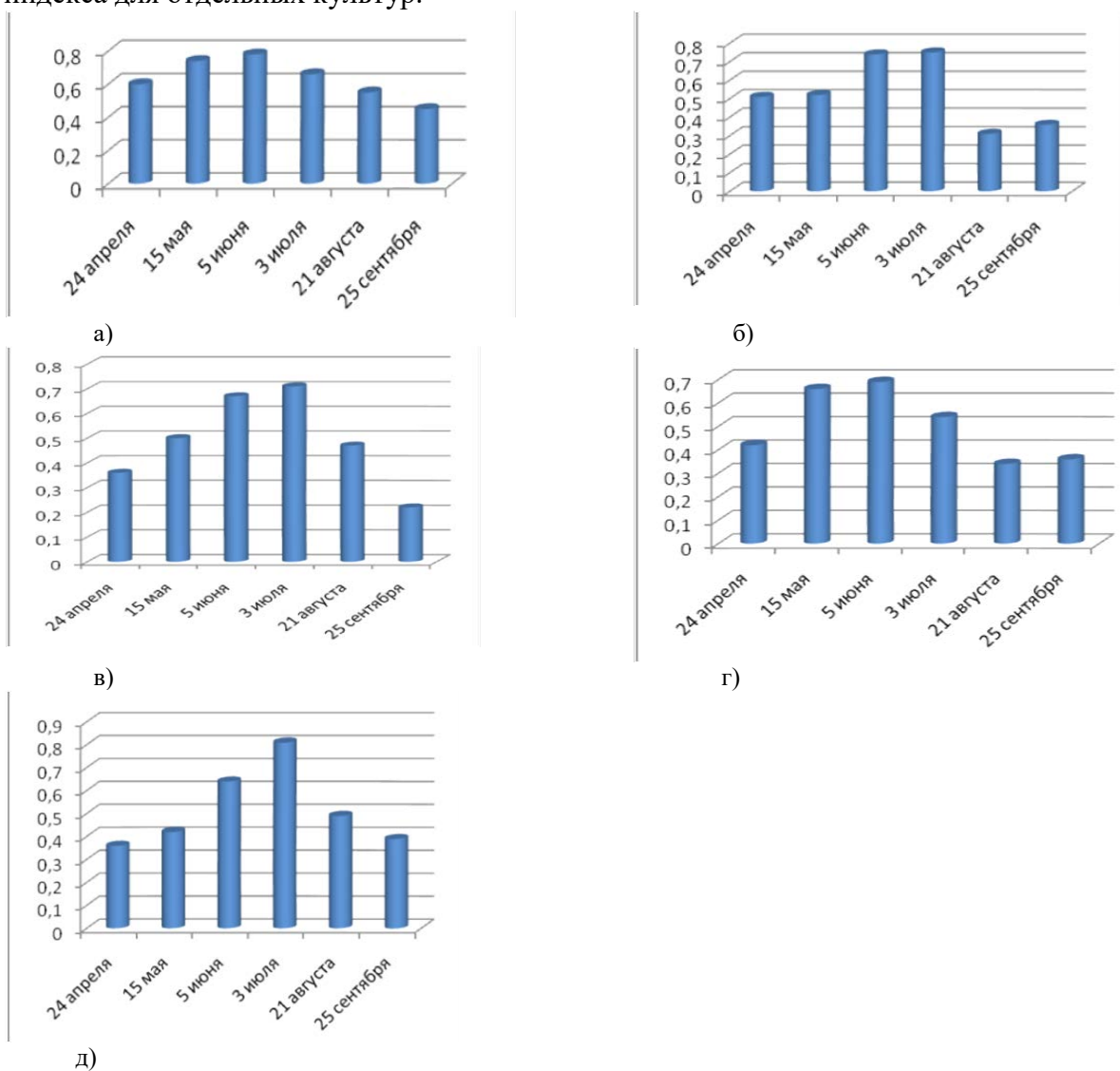


Рис. 2. Динамика значений NDVI на полях занятых: а) озимой пшеницей; б) овсом; в) соей; г) ячменем; д) подсолнечником.

Анализируя диаграммы, следует отметить, что по разным культурам минимальные и максимальные значения индекса NDVI приходятся на разные даты, что объясняется разной продолжительностью периода вегетации культур, а также различиями в количестве формируемой ими фитомассы.

Например, максимальные значения NDVI по озимой пшенице и яровому ячменю отмечаются в первой декаде июня, а по овсу, сое и подсолнечнику – в первой декаде июля. По озимой пшенице, сое и подсолнечнику нарастание биомассы происходило достаточно равномерно, в то время как по овсу и яровому ячменю наблюдались весьма значительные перепады.

Наряду с этим следует отметить, что для повышения точности расчетов целесообразно применять, соответственно, и более точные методы мониторинга в растениеводстве. В последние годы значительные обороты набирают технологии использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельскохозяйственном производстве.

Так, значения индекса NDVI, полученные с помощью БПЛА «Геоскан-201» на производственных полях Белгородского ГАУ, сравнили со значениями данного индекса за аналогичный период на той же территории, но полученными со спутника.

На снимке, полученном с помощью БПЛА, в красном цветовом диапазоне хорошо видны зоны с угнетенной или отсутствующей растительностью (рисунок 3). Четко выделяются границы полей, видны проблемные участки этих полей.

На космическом снимке, полученном с помощью сервиса «Вега», данный индекс усреднен в рамках поля, что не дает объективной информации о состоянии растительности.

Таким образом, данные, получаемые со спутника можно использовать для получения общей информации о состоянии посевов и проведения мониторинга на больших территориях, а данные, полученные с БПЛА, служат для оперативного реагирования на изменение качественного состояния посевов сельскохозяйственных культур, а также составления прогнозов их развития и формирования урожайности. Они отличаются более высокой точностью, и получать их можно с необходимой периодичностью.



Рис. 3. Карта величины индекса NDVI, 23 июня 2017 г. (БПЛА «Геоскан-201»)

На основе величины индекса NDVI на исследуемых полях была спрогнозирована урожайность озимой пшеницы. При этом различия между прогнозируемой и фактической урожайностью составили (по разным сортам) от 1 до 4 ц/га (1,5-6,3 %), то есть находились в пределах ошибки опыта. Повысить точность прогнозирования можно путем регулярного измерения индекса NDVI с учетом климатических особенностей местности.

Таким образом, для предсказания урожайности агроному необходимо знать максимальную потенциальную урожайность данного сорта и показатель NDVI посева в фазу колошения (для зерновых) или в фазу максимального развития листового аппарата (для всех остальных культур).

Но, обращаясь к новым технологиям, необходимо не забывать о факторах, которые могут влиять на прогнозирование урожайности, одним из таких факторов является погода. Отклонение метеоданных от среднесезонных наблюдений приведет, соответственно, и к отклонению урожайности. Ведь скорость прироста и снижения значений NDVI во время вегетации зависит, в первую очередь, от метеоусловий текущего года (кроме практики орошаемого земледелия). В условиях жаркой погоды период прохождения фенофаз значительно сокращается, пик значения NDVI не достигает возможного максимума, и, следовательно, прогнозный урожай снижается. Обратный случай – недостаток тепла. Скорость нарастания NDVI в таком случае снижена, растения медленно набирают биомассу, цветение может задержаться, и времени, а самое главное, суммы активных температур, на вызревание может не хватить, урожай будет низкий и плохого качества. Кроме того, от метеоусловий в значительной степени зависит развитие болезней растений, что также может приводить к снижению значения индекса NDVI, а с ним и урожайности.

В целом, проведенные исследования позволили объективно оценить возможности сервиса космического мониторинга «ВЕГА-Science» для получения данных дистанционного зондирования территории. Особенно важна его роль для отрасли растениеводства, так как позволяет выполнять определение индекса нарастания биомассы (NDVI), дающего наглядную информацию о состоянии посевов сельскохозяйственных культур и позволяющего прогнозировать урожайность.

Библиография

1. Акинчин А.В. Информационные технологии в системе точного земледелия / А.В. Акинчин, Л.В. Левшаков, С.А. Линков, В.В. Ким, В.В. Горбунов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №9. – С. 16-21.
2. Кондратьев К.Я. Аэрокосмические исследования почв и растительности / К.Я. Кондратьев, В.В. Козодеров, П.П. Федченко. – Л.: Гидрометеиздат, 2014.
3. Рунов Б.А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – 2-е изд., исправ. и дополн. / Б.А. Рунов, Н.В. Пильникова. – СПб.: АФИ, 2012. – 120 с.
4. Труфляк Е.В. Основные элементы системы точного земледелия / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39 с.

References:

1. Akinchin A.V. Informatsionnyye tekhnologii v sisteme tochnogo zemledeliya / A.V. Akinchin, L.V.Levshakov, S.A. Linkov, V.V. Kim, V.V. Gorbunov // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. – 2017. – №9. – S. 16-21.
2. Kondratyev K. Ya. Aerokosmicheskiye issledovaniya pochv i rastitelnosti / K.Ya. Kondratyev. V.V. Kozoderov, P.P. Fedchenko. – L.: Gidrometeoizdat. 2014.
3. Runov B. A. Osnovy tekhnologii tochnogo zemledeliya. Zarubezhnyy i otechestvennyy opyt. – 2-e izd. isprav. i dopoln. / B. A. Runov, N. V. Pilnikova. – SPb.: AFI. 2012. – 120 s.
4. Truflyak E. V. Osnovnyye elementy sistemy tochnogo zemledeliya / E. V. Truflyak. – Krasnodar: KubGAU. 2016. – 39 s.

Сведения об авторах

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. E-mail: linkovserg@yandex.ru, телефон 8(4722) 39-26-68.

Акинчин Александр Владимирович, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, телефон 8(4722) 39-26-68.

Донченко Ирина Сергеевна, студент агрономического факультета.

Попов Андрей Александрович, магистрант агрономического факультета.

Information about authors

Linkov Sergey Alexandrovich, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin. E-mail: linkovserg@yandex.ru, phone: 8(4722) 39-26-68;

Akinchin Alexander Vladimirovich, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin.

Donchenko Irina Sergeyevna, the student of agronomy faculty, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin.

Popov Andrey Aleksandrovich, master student of agronomy faculty, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin.

УДК 633.11:631.873

В.А. Лукьянов, С.Ю. Горбунова, А.И. Стифеев

РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОТ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Аннотация. В процессе производства микроводорослей образуется культуральная среда с ценным химическим составом, которая может быть использована в растениеводстве для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Проведена биологическая оценка использования культуральной среды от микроводоросли *Chlorella vulgaris Beijerinck* в технологии возделывания озимой пшеницы в полевых условиях. Исследования проводились в 2015-2016 гг. на черноземных почвах Курской области Центрально-Черноземного региона по общепринятым методикам. Культуральная среда была использована после вторых суток по окончании производственного цикла культивирования биомассы микроводоросли *Ch.vulgaris*. Для культивирования микроводоросли использовалась полная минеральная питательная среда Тамия. Схема опыта включала следующие варианты: 1) контрольный вариант; 2) обработка семян культуральной средой 6 л/га; 3) некорневая подкормка культуральной средой 6 л/га. Исследования проводили в 3-кратной повторности, варианты располагались систематически в один ярус с учетной площадью 100 м². Показано, что культуральная среда положительно влияет на рост и развитие озимой пшеницы: обработка семян позволила увеличить всхожесть семян озимой пшеницы на 3,3%, количество перезимовавших растений на 5,1%, урожайность зерна на 1,5%, а некорневая подкормка позволила увеличить количество продуктивных стеблей на 27 шт./м² и урожайность озимой пшеницы на 7,3% по сравнению с контролем. Культуральная среда повышала содержание клейковины в зерне озимой пшеницы с 26,4 до 26,8 при обработке семян и с 26,4 до 27,6% при некорневой подкормке в фазу начала кущения. Полученные результаты исследований свидетельствуют о возможности использования культуральной среды для разработки на её основе жидкого удобрения.

Ключевые слова: одноклеточные фотосинтезирующие организмы, микроводоросли, хлорелла, культуральная среда, биологическая урожайность, удобрения из микроводорослей.

GROWTH AND GERMINATION OF WINTER WHEAT WITH USE OF CULTURAL MEDIUM FROM MICROALGAE

Abstract. In the process of microalgae production, a culture medium with a valuable chemical composition is formed, which can be used in crop production to increase the yield of agricultural crops. A biological assessment of the medium culture use from microalgae *Chlorella Vulgaris Beijerinck* in the technology of winter wheat cultivation in the field was conducted. The research was conducted in 2015-2016 on black soils of the Kursk region of the Central Black Earth Region according to generally accepted methods. The culture medium was used after the second day after the end of the production cycle for the cultivation of the biomass of the microalgae *Ch.vulgaris*. For the cultivation of microalgae was used full mineral nutrient medium Tamiya. The scheme of the experiment included the following options: 1) a control option; 2) seed treatment with a culture medium of 6 l/ha; 3) foliar top dressing with a culture medium of 6 l/ha. The studies were carried out in 3-fold repetition, the variants were systematically arranged in one tier with a registration area of 100 m². It was shown that the culture medium positively influences the growth and development of winter wheat. Seed processing allowed to increase the germination capacity of winter wheat seeds by 3.3 %, the number of overwintered plants by 5.1%, the yield of grain by 1.5%, and the foliar top dressing allowed to increase the number of productive stems by 27 pieces/m² and the yield of winter wheat on 7.3% compared with the control. The received researches results testify to an opportunity of medium cultural use for working out on its basis fertilizer liquid.

Keywords: unicellular photosynthetic organisms, microalgae, chlorella, culture medium, biological yield, fertilizers from microalgae.

Введение. Микроводоросли - это уникальные одноклеточные фотосинтезирующие организмы, которые являются первичными продуцентами органического вещества и кислорода на Земле. С каждым годом они всё больше и больше привлекают внимание ученых и инвесторов, так как считаются возобновляемым источником биомассы, обладают колоссальными темпами роста и ценным биохимическим составом [2, 12]. Сегодня, они занимают особое место в мировой промышленности [16].

В процессе промышленного выращивания того или иного вида микроводорослей и цианобактерий, остается культуральная среда, которая традиционно не используется и является отходом производства. В зависимости от технологии культивирования, она может иметь абсолютно разный качественный и количественный состав составляющих ее химических соединений. Широкий спектр макро- и микроэлементов отработанной культуральной среды

обуславливает возможность и целесообразность ее использования для обработки семян и растений сельскохозяйственных культур, а также разработки из неё удобрения [5, 7].

В своем составе культуральная среда после отделения биомассы, например хлореллы, содержит водорастворимый азот, фосфор, калий, магний, железо, марганец, бор, цинк, молибден и другие формы элементов, которые мало изучены. Сразу возникает вопрос: как культуральная среда влияет на высшие растения и какие проблемы с их помощью возможно решить в современном сельскохозяйственном производстве?

Проведенные ранее исследования некоторыми учёными с культуральной средой подтверждают положительное её влияние на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур, а именно: может увеличивать энергию прорастания семян, всхожесть, количество продуктивных стеблей, кустистость, листовую поверхность, сокращать период вегетации, усиливать устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям. В конечном итоге, положительное воздействие отражается на главных показателях производства полевых культур - урожайности и качестве продукции [1, 6, 8, 14, 15].

В связи с этим, цель исследований заключалась в оценке биологической эффективности влияния культуральной среды от микроводоросли *Ch.vulgaris* на рост и развитие озимой пшеницы в условиях Центрально-Черноземного региона.

Объекты и методы исследования. В эксперименте использовали культуральную среду, которая была получена через двое суток после начала культивирования путем отделения биомассы микроводоросли *Ch.vulgaris*. Штамм для производства микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck] был использован из коллекции Научно-образовательного центра коллективного пользования ФГБУН ИМБИ «Коллекция гидробионтов Мирового океана». Производство биомассы осуществляли на полной минеральной питательной среде Тамия в промышленных фотобиореакторах открытого интенсивного типа [11, 13]. Биомассу микроводоросли использовали как сырье для производства кормовой добавки для животных, а культуральную среду для анализа и проведения исследований. Цикл производства составлял 48 часов. Культуральная среда имела следующий химический состав, г/л: общий азот-0,40, фосфор-0,20, калий-0,30, магний-0,06, железо-0,001, кальций-0,15.

Дальнейшие исследования проводили на озимой пшенице сорта «Гром» в полевых условиях в севообороте со следующим чередованием культур: 1. Чистый пар; 2. *Озимая пшеница*; 3. Сахарная свекла; 4. Яровой ячмень. Схема полевого опыта и содержание вариантов: 1) контроль (фон N₃₀P₃₀K₃₀); 2) обработка семян культуральной средой в дозе 6 л/га; 3) некорневая подкормка культуральной средой в фазу кущения в дозе 6 л/га. Опыты проводили в 3-кратной повторности, варианты располагались систематически в один ярус [3]. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 100 м². За период исследований проводили фенологические наблюдения: определяли густоту стояния растений, всхожесть, перезимовку растений, общую выживаемость, количество общих и продуктивных стеблей, число зерен в колосе, массу 1000 семян, урожайность [4, 10]. Уборку и учет урожая проводили самоходным комбайном «Сампо» прямым комбайнированием. В образцах зерна озимой пшеницы определяли содержание сырой клейковины. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа.

Результаты и обсуждение. Посев озимой пшеницы проводился 14 сентября 2015 года. Всходы озимой пшеницы появились на 12-й день после посева (26.09.2015). Разницы в наступлении фенологических фаз развития озимой пшеницы в осенний период вегетации по вариантам опыта не наблюдалось. Перезимовка озимой пшеницы проходила в благоприятных условиях. Возобновление вегетации озимой пшеницы началось 10 апреля с переходом среднесуточной температуры воздуха через 5°C в сторону дальнейшего повышения (рис. 1).



Рис. 1. Некорневая подкормка озимой пшеницы культуральной средой в фазу начала кущения, 2016 г.

В ходе проведенных полевых исследований было установлено, что обработка семян и посевов озимой пшеницы культуральной средой от *Ch.vulgaris* оказывала положительное влияние на параметры роста и развития озимой пшеницы: увеличивала полевую всхожесть семян, улучшала перезимовку растений и общую выживаемость (табл. 1).

Таблица 1 - Полевая всхожесть семян и перезимовка озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г.

Варианты	Количество растений, шт./м ²				Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Общая выживаемость, %
	Число всходов	Осенью	Весной	Перед уборкой			
1. Контроль (фон N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	402	442	380	364	80,4	86,0	82,4
2. Культуральная среда	418	472	430	411	83,7	91,1	87,1

Осенний подсчет густоты стояния озимой пшеницы показал, что обработка семян культуральной средой повышала полевую всхожесть семян на 3,3%, и количество стеблей перед уходом в зиму на 30 шт. Количество стеблей растений перед зимовкой в варианте с использованием культуральной среды превысило контрольный вариант на 6,8 % и составило 472 шт. При этом количество перезимовавших растений с 1 м² в опытном варианте оказалось выше на 13,2 %.

Весенний подсчет густоты стояния озимой пшеницы свидетельствует о положительном влиянии культуральной среды на перезимовку растений. Обработка семян повысила процент перезимовки озимой пшеницы на 5,1%.

Общая выживаемость растений озимой пшеницы увеличивалась относительно контрольного варианта с 82,4 до 87,1%. Таким образом, можно судить о том, что химический состав культуральной среды позволил повлиять на биологические процессы, протекающие в растениях озимой пшеницы и компенсировать часть питательных элементов для её роста и развития (рис. 2).

Перед уборкой урожая прямым комбайнированием, была проведена оценка влияния культуральной среды на элементы структуры урожая озимой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2 - Элементы структуры урожая озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г.

Варианты	Количество продуктивных стеблей перед уборкой, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г/л
Обработка семян				
1. Контроль (фон N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	364	30,2	39,5	784
2. Культуральная среда	411	30,2	39,2	785
Некорневая подкормка				
1. Контроль (фон N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	364	30,2	39,5	784
2. Культуральная среда	419	31,0	39,5	786

Так обработка семян растений культуральной средой оказала положительное воздействие не только на количество продуктивных стеблей на 1 м², которое превысило контрольный вариант на 18 шт., но и на число зерен в колосе. Масса 1000 семян и натура зерна изменялась несущественно, достоверных различий не выявлено.



Рис. 2. Опытные делянки, подготовленные к уборке и учету урожая озимой пшеницы, 2016 г.

Использование культуральной среды от микроводоросли *Ch.vulgaris* в качестве минерального удобрения позволило увеличить урожайность зерна озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3 - Урожайность озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г. (НСР₀₅ = 1,4).

Варианты	Средняя урожайность, ц/га
Обработка семян	
1. Контроль (фон N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	53,4
2. Культуральная среда	54,2
Некорневая подкормка	
1. Контроль (фон N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	53,4
2. Культуральная среда	57,3

Обработка семян культуральной средой *Ch.vulgaris* повысила урожайность озимой пшеницы на 0,8 ц/га или 1,5 %. Некорневая подкормка позволила увеличить урожайность на 3,9 ц/га или 7,3%.

Было установлено, что использование культуральной среды в качестве удобрения при обработке семян и некорневой подкормке озимой пшеницы влияет на содержание сырой

клейковины в зернах - разница с контрольным вариантом составила 0,4 и 1,2% соответственно (табл. 4).

Таблица 4 - Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г.

Варианты	Содержание клейковины, %
Обработка семян	
1. Контроль (фон НРК)	26,4
2. Культуральная среда	26,8
Некорневая подкормка	
1. Контроль (фон N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	26,4
2. Культуральная среда	27,6

Заключение. Экспериментально показано, что культуральную среду, которая остается как продукт отхода производства выращивания микроводорослей и требует утилизации, можно использовать в качестве удобрения при выращивании сельскохозяйственных культур.

Обработка семян и посевов озимой пшеницы культуральной средой оказывает положительное воздействие на густоту стояния растений, процент их перезимовки, полевую всхожесть семян, структуру урожая. При некорневой подкормке растений, урожайность озимой пшеницы увеличивалась на 7,3%, по сравнению с контрольным вариантом. Предложенный подход позволяет организовать безотходное производство выращивания микроводорослей, сократив затраты на утилизацию отработанных питательных сред и приготовление удобрений на их основе. Однако, следует учитывать, что эффективность подобных удобрений зависит от содержания в нём питательных элементов и формы, в которой они присутствуют. Основываясь на имеющемся опыте производства микроводорослей, исследования по изучению культуральной среды продолжаются.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер гос. регистрации АААА-А18-118021350003-6.

Библиография

1. Горбунова С.Ю. Потенциальная продуктивность микроводоросли *Chlorella vulgaris* на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья / С.Ю. Горбунова, В.А. Лукьянов // «Pontus Euxinus 2015». 2015. С.48-49.
2. Гудвилевич И.Н. Биологическая ценность БАД на основе спирулины / Гудвилевич И.Н., Боровков А.Б. // Бюллетень ГНБС. 2012. Вып. 105. С. 130-133.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. // М.: Агропромиздат, 2005.-351 с.
4. Ермаков И.П. Физиология растений: учебное пособие / И.П. Ермаков. // М.: Издательский центр «Академия», 2005.-640 с.
5. Лукьянов В.А. Агрэкологические особенности одноклеточных фотосинтезирующих организмов в условиях Центрального Черноземья / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. №1(9). С.60-68.
6. Лукьянов В. А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе / В. А. Лукьянов, А. И. Стифеев. // Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. 181 с.
7. Максимова И.В. Внеклеточные органические продукты микроводорослей / И.В. Максимова, Н.В. Горская // Химический состав.-1980.-№6.-С. 5.
8. Панкратова Е. М. Цианобактерии как возможные организмы для создания бактериальных препаратов / Е.М. Панкратова, А.А. Калинин // Роль научн. послед. в развитии с.-х. производства Кировской обл.-1991.-С. 25.
9. Плеханов С.Е. Внеклеточное органическое вещество водоросли *Chlorella*: количественные аспекты / Плеханов С.Е., Максимова И.В. // Вестник Моек ун-та. Сер. 16. Биол. 1997. №2. С.2.
10. Попкова К.В. Общая фитопатология / К. В. Попкова. // Москва, 2005.-445 с.
11. Тренкеншу Р.П. Простейшие модели роста микроводорослей. Периодическая культура/ Тренкеншу Р.П. // Экология моря. 2005. Вып. 67. С. 89-97.
12. Тренкеншу Р.П. Унифицированная установка для лабораторных исследований микроводорослей / Тренкеншу Р.П., Лелеков А.С., Боровков А.Б., Новикова Т.М. // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1097>
13. Цоглин Л.Н. Биотехнология микроводорослей / Л.Н. Цоглин, Н.А. Пронина // -М.: Научный мир, 2012.-184 с.

14. Чапаева С.А. Физиологическое состояние культур зеленых микроводорослей и накопление внеклеточных органических вещества: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Чапаева Салимат Алиловна.//М., 2004.-28 с.
15. Читао С.И. Внеклеточные вещества липидной природы синезеленых водорослей: диссерт. кад.биол.наук / Читао С. И.//М.:, 1984.-168 с.
16. Stephen P. Microalgal Production for Biomass and High-Value Products./ Stephen P. Slocombe, John R. Benemann.// Taylor & Francis, 2016 – 334 p.

References

1. Gorbunova S. Y., the Potential productivity of microalgae *Chlorella vulgaris* on dark gray forest soils of the Central Chernozem region / S. Yu. Gorbunov, V. A. Luk'yanov // "Pontus Euxinus 2015". 2015. С. 48-49.
2. Gudvilovich I. N. The biological value of dietary SUPPLEMENTS based on spirulina / Gudvilovich I. N., Borovkov A. B.//Bulletin of the GNBS. 2012. Issue. 105. P. 130-133.
3. Dospekhov B. A. Methods of field experience / B. A. Armor.//M: Agropromizdat, 2005.-351 p.
4. Ermakov, I. P. plant Physiology: textbook / I. P. Ermakov.// M.: publishing center "Academy", 2005.-640 p.
5. Lukyanov V. A. Agroecological features single-celled photosynthetic organisms in conditions of the Central Chernozem region / A. V. Lukyanov, A. I. Stafeev // Innovation in agriculture: problems and prospects. 2016. No. 1 (9). P. 60-68.
6. Luk'yanov V. A. Applied aspects of the use of microalgae in agrocenosis / V. Lukyanov, A. I. Stafeev.// Kursk: Publishing house of Kursk state agricultural Academy, 2014. 181 p.
7. Maksimova I. V. Extracellular organic products of microalgae / I. V. Maksimova, N. B. Mountain // Chemical composition.-1980.- №6.-С. 5.
8. Pankratova E. M. Cyanobacteria as possible organisms for the creation of bacterial preparations / E. M. Pankratova, A. A. Kalinin // Role nauchn. afterbirth.in the development of agricultural production of the Kirov region-1991.- P. 25.
9. Plekhanov, S. E. Extracellular organic substances of *Chlorella*: quantitative aspects / Plekhanov, S. E., Maksimova, I. V.//Bulletin of Sinks Univ. Ser. 16. Biol. 1997. No. 2. С. 2.
10. Popkov V. K. General plant pathology / K. V. Popkov. //Moscow, 2005.-445 S.
11. Trenkenshu R. P. Simplest models of microalgae growth. Periodic culture/ Trenkenshu R. P. // Ekologiya morya. 2005. Issue. 67. P. 89-97.
12. Trenkenshu R. P. a Unified installation for laboratory analysis of microalgae / Trenkenshu R. P., Lelekov A. S., Borovkov A. B., Novikova T. M.// problems of modern Algology. 2017. No. 1 (13). URL: <http://algology.ru/1097>
13. Tsoglin L. N. Biotechnology of microalgae/ L. N. Tsoglin, N. Ah. Pronina // - M.: Scientific world, 2012.- 184 p.
14. Chapaeva S. A. Physiological state of green microalgae cultures and accumulation of extracellular organic matter: autoref. ... kand. Biol. Sciences: 03.00.18 / Chapayev, Salimat Halelovna.//М., 2004.-28 p.
15. Chitao S. I. Extracellular substances of lipid nature of blue-green algae: dissert. CAD.Biol.Sciences / Chitao S. I. // М.:, 1984.-168 p.
16. Stephen P. Microalgal Production for Biomass and High-Value Products./ Stephen P. Slocombe, John R. Benemann.// Taylor & Francis, 2016 – 334 p.

Сведения об авторах

Лукьянов Вячеслав Анатольевич – кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе ООО «Альготек», г. Курск, Российская Федерация, E-mail: lukyanov27@mail.ru.

Горбунова Светлана Юрьевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела Биотехнологий и фиторесурсов ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь, Российская Федерация, тел. 8(978) 831-59-38, E-mail: svetlana_8423@mail.ru.

Стифеев Анатолий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО Курская ГСХА, г. Курск, Российская Федерация, тел. 8(4712) 53-15-00.

Information about authors

Vyacheslav V. Lukyanov - Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Research, Algotek LLC, Kursk, Russian Federation, E-mail: lukyanov27@mail.ru.

Svetlana Yu. Gorbunova - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Biotechnology and Phytoresources of the Institute of Marine Biological Research named after A.O. Kovalevsky, Sevastopol, Russian Federation, tel. 8(978) 831-59-38, E-mail: svetlana_8423@mail.ru.

Anatolii I. Stifeev., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Ecology, horticulture and plant protection, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russian Federation, tel. 8(4712) 53-15-00.

УДК 631.563:633.43

А.А.Рядинская

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ НА СОХРАННОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ

Аннотация. По результатам исследований установлен оптимальный способ хранения моркови - хранение в ящиках с полиэтиленовым вкладышем, позволяющий продлить срок хранения в условиях охлаждения до 6 месяцев хранения с наименьшей убылью массы и с минимальными потерями питательных веществ.

Ключевые слова: морковь, способы хранения, сохраняемость, сорт, естественная убыль.

INFLUENCE OF STORAGE METHODS FOR CONSERVATION OF CARROT FOSSILS

Abstract. According to the results of the research, the optimal method for storing carrots is established - storage in boxes with a polyethylene liner that allows to extend the shelf life in the cooling conditions up to 6 months of storage with the least weight loss and with minimal losses of nutrients.

Keywords: carrots, storage methods, keeping quality, variety, natural loss.

Принципы здорового питания дали направление в современном мире на увеличение потребления свежих овощей и фруктов, среди которых морковь занимает ведущие позиции благодаря содержанию полезных веществ таких как углеводы, витамины, минеральные соединения и биологически активные вещества. Морковь является одной из основных овощных культур в России и мире [2].

Однако увеличение производства моркови в ЦЧР сдерживается вследствие недостаточной изученности технологий выращивания и хранения, малой изученности перспективных сортов, а также слабой обеспеченности хозяйств стационарными хранилищами. При хранении корнеплодов моркови необходимо обеспечить стабильность исходных свойств или их изменение с минимальными потерями, без снижения их товарного качества.

Среди всех корнеплодов морковь считается самой капризной в плане хранения.

Хранение продовольственных корнеплодов моркови, даже при благоприятных условиях, сопровождается определенными потерями питательных веществ на дыхание и другие физиологические процессы, а также большой степенью поражаемости микроорганизмами, которые способствуют снижению качества и уменьшением количества пригодных к употреблению корнеплодов [3].

Одним из перспективных методов хранения овощей является создание в хранилище газовой среды с повышенным содержанием углекислого газа и пониженным кислорода. Однако строительство подобных хранилищ затруднено из-за значительных материальных затрат, сложностей их герметизации, создания и поддержания определенного состава газовых смесей [4].

Применение полимерных упаковок с заданной газо-, паро- и влагопроницаемостью дает возможность создания модифицированной газовой среды при хранении овощей с накоплением естественным путем углекислого газа и снижением содержания кислорода. В практику вошли пленки из полиэтилена, обладающие определенной газопроницаемостью для CO₂ и O₂, слабой паро- и водопроницаемостью, высокой эластичностью, прочностью, химической инертностью [5].

В наших исследованиях использовались корнеплоды моркови трех сортов: Лосино-островская, Нантская 4, Шантанэ 2461, отвечающие требованиям ГОСТ 32284-2013.

Опыты по хранению корнеплодов моркови проводили согласно «Методическим указаниям по проведению НИР по хранению овощей» (1982) и по принятой во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства методике (А.М. Фролов, А.В. Романова, Р.К. Магомедов), описанной в «Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» под ред. Белика В.Ф.

Уборку моркови всех сортов проводили в конце сентября в теплую и сухую погоду. Для предотвращения механических повреждений, которые способствуют интенсивности ды-

хания и порче продукции при хранении уборка моркови проводилась вручную. Закладку на хранение проводили 1 октября.

Предварительно охлажденные до температуры холодильной камеры (0...+2°C) корнеплоды моркови, взвешивали по 25 кг и размещали в четыре вида упаковки – открытые полимерные ящики, полимерные ящики с переслойкой песком, полимерные ящики с переслойкой древесными опилками хвойных пород, ящики с полиэтиленовым вкладышем из пленки по ГОСТ 10354-82 толщиной 60-80 мкм.

При хранении корнеплодов с пересыпкой влажным песком и хвойными опилками подготовленный субстрат высыпали на дно ящика примерно в 5 см толщиной, выкладывали морковь так, чтобы плоды не касались друг друга, после чего снова засыпали песком или опилками. Процесс повторяли, пока ящик не заполнится полностью.

Сохраняемость корнеплодов моркови проводили каждый месяц.

Данные таблиц 1 - 3 отражают сохраняемость моркови в зависимости от способа хранения, % к исходной массе продукции.

Таблица 1- Сохраняемость корнеплодов моркови Лосиноостровская, в % к исходной массе продукции

Вид упаковки	Период хранения (месяцы)	Убыль массы, %	Убыль массы, кг	Выход товарной продукции, %
Открытый полимерный ящик	октябрь	2,0	24,87	88,8
	ноябрь	2,0	23,88	
	декабрь	1,9	22,93	
	январь	1,8	22,00	
	февраль	1,8	21,13	
	март	1,7	20,28	
Полимерный ящик с переслойкой песком	октябрь	1,8	24,55	89,8
	ноябрь	1,7	24,02	
	декабрь	1,7	23,06	
	январь	1,7	22,14	
	февраль	1,7	21,28	
	март	1,6	20,42	
Полимерный ящик с переслойкой опилками хвойных пород	октябрь	1,9	24,53	89,8
	ноябрь	1,8	24,08	
	декабрь	1,7	23,67	
	январь	1,6	23,29	
	февраль	1,6	22,92	
	март	1,6	22,55	
Ящик с полиэтиленовым вкладышем	октябрь	1,6	24,60	90,8
	ноябрь	1,6	24,21	
	декабрь	1,5	23,84	
	январь	1,5	23,48	
	февраль	1,5	23,12	
	март	1,5	22,77	

В первой половине апреля проводили учет сохраняемости, учитывая влияние сортов и способов хранения на выход и показатели качества корнеплодов.

При определении сохранности корнеплодов определяли число проросших корнеплодов, массу проростков, естественную убыль и степень подвяленности тканей корнеплодов.

В результате исследований было установлено, что сохраняемость моркови зависит от сортовых особенностей и способа хранения.

Анализируя результаты сохранности корнеплодов моркови сорта Лосиноостровская, отраженные в таблице 1 можно сказать, что наибольшие потери наблюдались в контрольном варианте и составили 11,2 % или 2,8 кг. Одинаковыми оказались показатели у моркови, хранящейся в ящиках с переслойкой песком и опилками составили по 10,2 % или 2,55 кг. Лучшие результаты хранения были отмечены при хранении корнеплодов в Ящик с полиэтиленовым вкладышем. Потери составили 9,2 % или 2,3 кг, что меньше на 2,0 % чем при обычном способе хранения и на 1,0 % при хранении в песке и древесных опилках. Однако, потери превышали нормированные почти в два раза.

Показатели качества корнеплодов моркови сорта Нантская 4, отраженные в таблице 2 свидетельствуют о том, что данный сорт моркови несколько отличается лежкостью.

Таблица 2- Сохраняемость корнеплодов моркови Нантская 4, в % к исходной массе продукции

Вид упаковки	Период хранения (месяцы)	Убыль массы, %	Убыль массы, кг	Выход товарной продукции, %
Нантская 4				
Открытый полимерный ящик	октябрь	1,8	24,55	89,8
	ноябрь	1,7	24,13	
	декабрь	1,7	23,72	
	январь	1,7	23,32	
	февраль	1,6	22,95	
	март	1,7	22,56	
Полимерный ящик с переслойкой песком	октябрь	1,5	24,63	91,4
	ноябрь	1,5	24,26	
	декабрь	1,4	23,92	
	январь	1,4	23,59	
	февраль	1,4	23,26	
	март	1,4	22,93	
Полимерный ящик с переслойкой опилками хвойных пород	октябрь	1,6	24,60	91,2
	ноябрь	1,5	24,23	
	декабрь	1,5	23,87	
	январь	1,4	23,53	
	февраль	1,4	23,20	
	март	1,4	22,87	
Ящик с полиэтиленовым вкладышем	октябрь	1,4	24,65	92,1
	ноябрь	1,3	24,33	
	декабрь	1,3	24,01	
	январь	1,3	23,69	
	февраль	1,3	23,38	
	март	1,3	23,07	

Хранение корнеплодов в ящиках с переслойкой песком и древесными опилками оказались, практически одинаковыми с разницей 0,2 % при хранении в песке 8,6 % и в опилках 8,8 %.

Хранение в ящиках с полиэтиленовым вкладышем имело преимущество над всеми вариантами. Убыль массы составила 8,2 %, что меньше контрольного на 2,0 %, и на 0,4 и 0,6 % при хранении в песке и опилках соответственно.

Следует отметить, что наименьшее количество естественной убыли было отмечено у корнеплодов моркови сорта Шантанэ во всех вариантах.

Убыль массы за 6 месяцев хранения составила в контрольном варианте 9,8 %, хранение в ящиках с переслойкой песком и древесными опилками показали практически одинаковые результаты с разницей 0,1 %, 6,6 и 6,7% соответственно. Хранение корнеплодов в ящиках с полиэтиленовым вкладышем позволило снизить естественную убыль до 5,1 % (1,25 кг) . Таким образом, хранение корнеплодов моркови зависит не только от способа хранения, но и от сорта. Наибольшей лежкостью обладала морковь сорта Шантанэ во всех вариантах хранения. Наибольший выход стандартных корнеплодов был отмечен у сорта Шантанэ и составил в открытом полимерном ящике 90,2 %, в полимерном ящике с переслойкой песком 93,4 %, в полимерном ящике с переслойкой древесными опилками 93,3 %, в ящике с полиэтиленовым вкладышем выход был 94,9 %.

Если сравнивать результаты хранения корнеплодов сорта Лосиноостровская и Нантская 4, то разница в величине убыли массы при хранении была незначительной. Сохранность корнеплодов Лосиноостровская в контрольном варианте составила 88,8 %, в ящиках с переслойкой песком и древесными опилками сохранность была одинаковой - 89,8%, при хранении в полиэтиленовых мешках сохранность составила 90,8 %.

Сохраняемость моркови сорта Нантская в контрольном варианте составила 89,8 %, в ящиках с переслойкой песком 91,4 %, с переслойкой древесными опилками 91,2 %, при хранении в полиэтиленовых мешках сохранность составила 91,8 %.

Таблица 3- Сохраняемость корнеплодов моркови Шантанэ, в % к исходной массе продукции

Вид упаковки	Период хранения (месяцы)	Убыль массы, %	Убыль массы, кг	Выход товарной продукции, %
Шантанэ				
Открытый полимерный ящик	октябрь	1,7	24,57	90,2
	ноябрь	1,7	24,15	
	декабрь	1,6	23,76	
	январь	1,6	23,38	
	февраль	1,6	23,00	
Полимерный ящик с переслойкой песком	октябрь	1,4	24,70	93,4
	ноябрь	1,2	24,40	
	декабрь	1,0	24,16	
	январь	1,0	23,91	
	февраль	1,0	23,67	
Полимерный ящик с переслойкой опилками хвойных пород	октябрь	1,4	24,65	93,3
	ноябрь	1,3	24,33	
	декабрь	1,0	24,08	
	январь	1,0	23,84	
	февраль	1,0	23,60	
Ящик с полиэтиленовым вкладышем	октябрь	1,2	24,70	94,9
	ноябрь	1,0	24,45	
	декабрь	0,8	24,25	
	январь	0,7	24,08	
	февраль	0,7	23,91	
	март	0,7	23,74	

Величина выхода товарной продукции определялась в основном убылью массы. Наибольший выход стандартных корнеплодов отмечен при использовании полиэтиленового вкладыша в ящики. Это объясняется тем, что внутри полимерной упаковки создавалась модифицированная газовая среда, что снижало интенсивность протекания метаболических процессов и способствовало снижению величины убыли массы.

Таким образом, оптимальной упаковкой является использование полиэтиленового вкладыша в ящики, позволяющее продлить срок хранения корнеплодов моркови до шести месяцев с минимальной величиной убыли массы – 5,1,0%.

Библиография

1. ГОСТ 32284-2013. Морковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия: М.:Стандартинформ, 2016.
2. Леунов, В.И. Столовые корнеплоды в России / В.И. Леунов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 272 с.
3. Борисов, В.А. Качество и лежкость овощей. / В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова // - М.: ВНИИО, 2003.- 625с.
4. Кожевников А.Г. Анализ и перспективы развития научных исследований по длительному хранению корнеплодов моркови / А.Г. Кожевников // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 4. – С. 41-44.
5. Гиль, В.Е. Полимеры помогают сохранить продукты. / В.Е. Гиль.– М.: Знание, 1985. – 127 с.
6. Методические указания по проведению НИР по хранению овощей. - М.: ВАСХНИЛ, 1982. - 34 с.

References

1. . GOST 32284-2013. Carrot, fresh, sold in retail outlets. Specifications: m: Standartinform, 2016.
2. Leunov, V.i. edible roots in Russia V.i. Leunov. -M.: Association of scientific publications KMK, 2011. - 272 with.
3. Borisov, V.a. quality and shelf life of vegetables. /V.a. litvinov, S.s. Borisov A.v. Romanov//-m.: VNIIO, 2003.-625 with.

4. Kozhevnikov A.g. Analysis and prospects of research on long-term storage of carrots is carrot/A.g. Kozhevnikov//selhozsyrja storage and processing. -2005. – No. 4. -S. 41-44.
5. Gil, v.e. Polymers help to preserve foods. /V.e. Gil.-m.: knowledge, 1985. -127 p.
6. methodological guidelines for conducting RESEARCH WORK on storing vegetables. -M.: VASKHNIL, 1982. - 34 s.

Сведения об авторах

Рядинская Антонина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, д.1, контактный телефон 89038865035.

Information about authors

Ryadinskaya Antonina Alexandrovna, Candidate of Agriculture, associate professor of agricultural products production/processing technology chair of Belgorod State Agrarian University named after Gorin, telephone 89038865035.

УДК 633.16«321»:631.559:631.8

А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова Н.В. Ширяева

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ

Анотация. Применения удобрений приводило к увеличению урожайности ярового ячменя. Наибольшая урожайность получена при применении органо-минеральной системы удобрения 3,29- 3,52 т/га. Способы основной обработки почвы при различных системах удобрения по разному влияли на урожайность ярового ячменя, так при применении минеральной и органо-минеральной систем удобрения рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы мелкая и безотвальная обработки не уступают по величине урожайности вспашке. при последствии органических удобрений и при органо-минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство плодородия почвы мелкая и безотвальная обработки почвы приводят к снижению урожайности ячменя по сравнению со вспашкой на 0,19-0,40 т/га. При минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство снижение урожайности отмечено на вариантах с мелкой обработкой (- 0,2 т/га). Показатели структуру урожая зависели от применения удобрений и с увеличением дозы минеральных удобрений увеличивались. Содержание белка и нитратов в зерне ячменя, не зависели от способов основной обработки почвы, а увеличивались при внесении удобрений, наибольшие показатели были отмечены при органо-минеральной системе удобрения рассчитанной на расширенное воспроизводство плодородия почвы

Ключевые слова: Яровой ячмень, системы удобрения, урожайность, качество урожая, структура урожая, обработка почвы.

PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE METHODS OF BASIC PROCESSING OF SOIL AND FERTILIZERS

Abstract. The application of fertilizers led to an increase in the yield of spring barley. The highest yield was obtained with the use of an organo-mineral fertilizer system of 3.29-3.52 t / ha. Methods of basic soil cultivation with different fertilizer systems have differently influenced the yield of spring barley, so when using mineral and organo-mineral fertilizer systems designed for extended reproduction of soil fertility, small and no-tillage treatments are not inferior in terms of yield to plowing. with the aftereffect of organic fertilizers and with the organo-mineral fertilizer system designed for simple reproduction of soil fertility, shallow and soil-free tillage leads to a decrease in the yield of barley in comparison with plowing by 0.19-0.40 t / ha. In the case of a mineral fertilizer system designed for simple reproduction, a decrease in yield was noted in variants with fine processing (-0.2 t / ha). The parameters of the crop structure depended on the use of fertilizers and the increase in the dose of mineral fertilizers increased. The protein and nitrate content in barley grain did not depend on the methods of basic soil cultivation, but increased when fertilizers were introduced, the highest values were noted with an organo-mineral fertilizer system designed for expanded reproduction of soil fertility

Keywords: Spring barley, fertilizer systems, yield, crop quality, crop structure, soil cultivation.

Одной из основных проблем в земледелии является снижение энергетических затрат за счет повышения продуктивности и улучшения качества производимой продукции. Применение минеральных и органических удобрений является одним из самых эффективных средств, способствующих повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению их качества при сокращении затрат труда на единицу продукции. [3, 6, 7].

Исследования по изучению продуктивности ярового ячменя проводились в 2015-2017 гг. в стационарном опыте лаборатории плодородия почв и мониторинга ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» Почва опытного участка - чернозем типичный, среднемощный, малогумусный, тяжелосуглинистый, на лессовидном суглинке. Содержание гумуса (по Тюрину) - 4,7-5,6 %; подвижный фосфор и обменный калий (по Чирикову) - 67-78 и 88-112 мг/кг почвы соответственно; рН_(сол)- 5,8-6,3; степень насыщенности основаниями - около 90 %.

В стационарном опыте использовался метод расщепленных делянок. Опыт трехфакторный, его повторность в пространстве и во времени трехкратная, посевная площадь элементарной делянки 120 м² (4X30 м), учетной - 100 м².

Агротехника возделывания ярового ячменя была общепринятой для зоны. Защитные мероприятия по возделыванию ячменя накладывались фоном.

Ячмень выращивали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур:

1. Горох
2. Озимая пшеница
3. Сахарная свекла
4. Ячмень

Изучали три способа основной обработки почвы (фактор А).

- Вспашка на глубину 20-22 см. плугом ПЛН – 5-35, которой предшествовало дисковое лушение на 6-8 см.

- Безотвальная обработка на глубину 20-22 см плугом типа «Параплау», которой предшествовало дисковое лушение на 6-8 см.

- Мелкая обработка проводилась дисковой бороной БДТ – 7 на глубину 6-8 и 10-15 см.

Дозы органических удобрений включали две градации насыщенности (0; 8 т/га) севооборотной площади и три градации насыщенности минеральными удобрениями: нулевую - без внесения удобрений; одинарную дозу, рассчитанную на простое воспроизводство почвенного плодородия и двойную - на расширенное воспроизводство. Навоз вносился один раз за ротацию под сахарную свеклу в дозе 40 т/га. Навоз и минеральные удобрения вносились осенью под основную обработку почвы. Ячмень использовал первый год последствия навоза.

Схема опыта, включающая варианты с минеральными и органическими удобрениями под ячмень (фактор В) выглядела следующим образом:

1. Контроль без удобрений
2. NPK)₅₀
3. (NPK)₁₀₀
4. Навоз 40 т/га
5. Навоз 40 т/га + (NPK)₅₀
6. Навоз 40 т/га + (NPK)₁₀₀

Учетная площадь каждой делянки убиралась комбайном «Сампо». Учет урожая поделочный, весовой.

Урожайность зависит от технологии выращивания, климата, сорта и других факторов. В настоящее время все большее распространение получает интенсивная технология возделывания. Интенсивная технология - это система обязательных для выполнения мероприятий, охватывающих весь процесс получения высокого урожая конкретной культуры, включая высокую дисциплину труда, тонкое знание физиологии растений, строжайшую технологическую дисциплину. [1, 2, 12, 13, 14].

Она предусматривает наиболее эффективное использование комплекса всех факторов, определяющих формирование урожая с/х культур и его качество: обработка почвы, система удобрений, правильный севооборот, интегрированная система защиты растений с помощью агротехнических, биологических и химических методов, мелиоративные приемы регулирования почвенного плодородия и водного режима, применение высокоурожайных сортов и современных технологических

Формирование урожая и его качество во многом зависят от условий выращивания растений. 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. [4, 5, 8, 9, 10, 11].

Анализ данных о влиянии удобрений и способов обработки почвы показал, что при органической системе удобрения и органо-минеральной системе удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений наибольшая урожайность отмечена на вспаханных делянках. Так разница составила при органической системе удобрения (+0,39 и + 0,40 т/га), при органо-минеральной системе удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений (+ 0,22 и + 0,19 т/га) по сравнению с безотвальной и мелкой обработкой соответственно.

Таблица 1 – Урожайность ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений за 2015-2017 гг., т/га

Навоз*, т Навоз, т/га /га	Минеральные удобрения, доза.	Урожайность зерна, т/га				Прибавки, т/га		
		2015 г	2016 г	2017 г	Средн.	от мине- ральных удобр.	от навоза*	от си- стем. удобр.
вспашка								
0	0	2,10	2,58	2,19	2,29	-	-	-
0	1 доза	2,95	3,80	3,21	3,32	1,03	-	-
0	2 дозы	2,90	3,83	3,34	3,36	1,07	-	-
40	0	2,40	3,17	2,68	2,75	-	0,49	-
40	1 доза	3,10	3,92	3,51	3,51	0,76	0,19	1,22
40	2 дозы	2,98	4,12	3,45	3,52	0,77	0,16	1,23
безотвальная								
0	0	1,70	2,75	2,24	2,23	-	-	-
0	1 доза	2,75	3,58	3,23	3,19	0,96	-	-
0	2 дозы	2,95	3,62	3,28	3,28	1,05	-	-
40	0	2,30	2,50	2,28	2,36	-	0,13	-
40	1 доза	2,70	3,81	3,37	3,29	0,93	0,10	1,06
40	2 дозы	3,00	3,95	3,33	3,43	1,07	0,15	1,20
МЕЛКАЯ								
0	0	1,50	2,76	2,32	2,19	-	-	-
0	1 доза	2,70	3,44	3,21	3,12	0,93	-	-
0	2 дозы	3,05	3,60	3,28	3,31	1,12	-	-
40	0	2,40	2,43	2,22	2,35	-	0,16	-
40	1 доза	3,00	3,61	3,34	3,32	0,97	0,20	1,13
40	2 дозы	3,10	3,85	3,46	3,47	1,12	0,16	1,28
НСР05 фактор А (обработка)		0,15	0,19	0,17	0,17			
НСР05 фактор В (удобрения)		0,30	0,32	0,30	0,31			

Навоз* - первый год последействия.

При применении минеральной системы удобрения рассчитанной на простое воспроизводство преимущество вспашки отмечено по сравнению с мелкой обработкой (+0,2 т/га).

На контроле, с минеральной системой удобрения, рассчитанной на расширенное воспроизводство и органо- минеральной системой удобрения с двойной дозой минеральных удобрений существенных различий по способам обработки почвы не выявлено.

Удобрения оказали положительное влияние на урожайность ячменя.

При применении минеральных удобрений в чистом виде и в сочетании с органическими удобрениями была получена существенная прибавка урожая по всем способам основной обработки почвы и находилась в интервале от 0,76 до 1,12 т/га.

Органические удобрения оказали положительное влияние лишь при вспашке на варианте с первым годом их последействия.

Максимальная урожайность зафиксирована на вариантах с органо-минеральной системой удобрения и составила 3,29- 3,51 и 3,43-3,52 т/га при одинарной и двойной дозе минеральных удобрений соответственно. Существенной разницы между одинарными и двойными дозами минеральных и удобрений и между способами основной обработки почвы не установлено прибавка не превышала НСР05 – 0,31 т/га. Прибавка урожайности от системы удобрения находилась в интервале от 1,06 до 1,28 т/га.

Таким образом, мелкая и безотвальная обработки почвы при последействии органических удобрений и при органо-минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство приводят к снижению урожайности ячменя по сравнению со вспашкой на 0,19-0,40 т/га. При минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство снижение урожайности отмечено на вариантах с мелкой обработкой (- 0,2 т/га)

При применении минеральной и органо-минеральной систем удобрения рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы мелкая и безотвальная обработки не уступают по величине урожайности вспашке. Наибольшая урожайность получена при применении органо-минеральной системы удобрения - 3,29- 3,52 т/га.

Анализируя данные элементов структуры урожая в среднем за 2015-2017 гг. (таблица 2) видим, что высота растения, длина колоса и количество зерен в нем, не зависели от способов основной обработки почвы, но увеличивались на вариантах с внесением удобрений по сравнению с вариантом без удобрений.

Высота растения увеличивалась на от 18,5 до 19,4 см, длина колоса от 1,3 до 1,5 см, а количество зерен в нем от 1 до 3 штук.

Масса тысячи зерен на варианте без внесения удобрений и при органической системе удобрения была выше на делянках со вспашкой – 47,8 против 46,7 и 46,8 – при безотвальной и 46,6-46,7 г – при мелкой обработках почвы (НСР₀₅ по обработкам 0,9 г).

При применении минеральной и органо-минеральной систем удобрения данный показатель не зависел от способов основной обработки почвы. Причем на вариантах с удвоенными дозами минеральных удобрений данный показатель был несколько ниже, но было больше зерен в колосе и количество продуктивных стеблей. Произошло это в результате интенсивного роста вегетативной массы на этих вариантах.

Таблица 2 – Структура урожая в зернопропашном севообороте в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений в среднем за 2015-2017 гг.

Навоз, т/га	Минеральные удобрения, доза	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Коэффициент кустистости	Масса 10000 зерен, г.
вспашка						
0	0	59,9	6,4	18	1,3	47,8
0	1 доза	75,6	7,2	20	1,8	47,8
0	2 дозы	78,6	7,5	21	1,9	46,4
40	0	69,6	6,9	19	1,6	47,8
40	1 доза	75,8	7,5	20	1,8	47,9
40	2 дозы	78,5	7,7	21	1,9	46,1
безотвальная						
0	0	58,8	6,0	17	1,2	46,7
0	1 доза	73,4	7,1	20	1,7	47,8
0	2 дозы	78,2	7,5	21	1,9	45,8
40	0	68,1	6,8	18	1,5	46,8
40	1 доза	73,5	7,2	20	1,8	47,4
40	2 дозы	77,2	7,5	21	1,8	46,0
мелкая						
0	0	60,1	5,9	17	1,2	46,6
0	1 доза	73,4	7,2	20	1,8	47,9
0	2 дозы	78,6	7,4	20	1,8	45,7
40	0	66,9	6,3	18	1,5	46,7
40	1 доза	74,6	7,4	20	1,7	47,8
40	2 дозы	77,9	7,6	20	1,8	46,0
НСР ₀₅ для фактора А (обработка)		3,4	3,3	1,0	0,10	0,9
НСР ₀₅ для фактора В (удобрения)		6,2	6	2,0	0,12	1,8

Таким образом, коэффициент кустистости, высота растений, длина колоса и количество зерен в нем зависели от применения удобрений, с увеличением дозы минеральных удобрений эти показатели увеличивались. Масса тысячи зерен на контроле и при последствии органических удобрений выше при вспашке.

Таблица 3 – Показатели качества зерна ячменя, в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений, в среднем за 2015-2017 гг

Навоз*, т/га	NPK, доза	Содержание белка в %			Содержание NO ₃ мг/кг		
		Вспашка	Безотвал	Мелкая	Вспашка	Безотвал	Мелкая
0	0	12,6	12,3	12,3	212	209	208
0	1 доза	15,1	14,9	15,1	248	245	246
0	2 дозы	15,7	15,7	15,4	257	255	253
40	0	13,6	13,3	13,4	287	282	281
40	1 доза	15,3	15,1	15,0	269	267	265
40	2 дозы	16,1	15,9	15,9	288	285	287
НСР ₀₅ фактор В (обработка)		0,6			9,5		
НСР ₀₅ фактор С (удобрения)		0,8			11,3		

В нашем опыте мы изучали содержание белка и нитратов в зерне ячменя (таблица 3)

Как показали результаты трехлетних исследований, содержание белка в зерне ячменя не зависело от способов основной обработки почвы, но увеличивалось при внесении удобрений. Наибольшее содержание белка было отмечено при органоминеральной системе удобрения рассчитанной на расширенное воспроизводство плодородия почвы и составило 16,1% при вспашке и 15,9 при способах основной обработки почвы без оборота пласта, что на 3,5 и 3,6% выше по сравнению с контролем

Содержание нитратов в зерне ячменя, не зависело от способов основной обработки почвы, а увеличивались при внесении удобрений, причем наибольшие показатели были отмечены на вариантах с последствием органических удобрений и при двойной дозе минеральных удобрений в сочетании с органическими удобрениями и составили 281-287 мг/кг при органической системе удобрения и 285-288 мг/кг при органо-минеральной системе удобрения, что в 1,3-1,4 раза ниже, чем на контроле.

Библиография

1. Акинчин А.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на формирование урожая и качество силоса кукурузы/ А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, А.Г. Ступаков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №8. – С. 50-52.
2. Акинчин А.В. Формирование урожая и качества силоса кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений/ А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков // Кукуруза и сорго. – 2012. – №3. – С. 18-21.
3. Воспроизводство плодородия почв в системах земледелия. Учебное пособие по дисциплине «Воспроизводство плодородия почв в системах земледелия» для направления подготовки 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение» / Составители А.Г. Ступаков, А.И. Титовская, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова. – Белгород: Изд-во БелГАУ, 2016. – 79 с.
4. Кононова О.С., Кузнецова Л.Н. Урожайность кукурузы на зерно при различных системах обработки почвы/ Материалы международной студенческой научной конференции (7-8 февраля 2017 года). Т. 1– Белгород, 2017. – с. 21
5. Кононова, Кузнецова Л.Н. Влияние систем обработки почвы на урожайность подсолнечника/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 78-79
6. Кузнецова Л.Н. Комплекс агроприемов как фактор регулирования почвенного плодородия / Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин // Белгород: Изд-во БелГСХА, 2014. – 135 с.
7. Линков С.А. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с., ил.
8. Лицуков С.Д., Кузнецова Л.Н. Продуктивность ярового ячменя при различных системах удобрения/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 17-19
9. Мусаидова Д.С., Кузнецова Л.Н. Влияние удобрений и различных способов обработки почвы на урожайность ячменя / Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое

сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 86-87

10. Титовская А.И., Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н., Соловиченко В.Д. Изменение питательного режима почвы в севооборотах/Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2015. - № (4) 8.- С. 88-93.

11. Титовская А.И., Кузнецова Л.Н., Ступаков А.Г., Ширяев А.В., Кулишова И.В., Ширяева Н.В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников /Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. - № 3 (15).- С. 116-126.

12. Французова Е.Р., Кузнецова Л.Н. Содержание белка в зерне ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы и системе удобрений/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 99-100

13. Чобану А.П., Кузнецова Л.Н. Влияние агротехнических приемов и предшествующих культур на формирование продуктивности ярового ячменя/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 81-82

14. Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н. Влияние систем обработки почвы на рост и развитие кукурузы на зерно/ Вестник Курской государственной с.-х. академии. – Курск, 2014. - № 9. – С. 38-40.

References

1. Akinchin A.V. Influence of methods of basic soil cultivation and fertilizers on crop formation and quality of maize silage / A.V. Akinchin, L.N. Kuznetsova, S.A. Linkov, A.G. Stupakov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2012. - №8. - P. 50-52.

2. Akinchin A.V. Forming the yield and quality of maize silage depending on the methods of basic tillage and fertilizers / A.V. Akinchin, L.N. Kuznetsova, S.A. Links // Corn and sorghum. - 2012. - №3. - P. 18-21.

3. Reproduction of soil fertility in farming systems. Textbook on the discipline "Reproduction of soil fertility in farming systems" for the direction of preparation 35.04.03 "Agrochemistry and agropedology" / Compilers A.G. Stupakov, A.I. Titovskaya, A.V. Shiryaev, L.N. Kuznetsov. - Belgorod: Publishing house of BelSU, 2016. - 79 p.

4. Kononova OS, Kuznetsova L.N. Productivity of corn for grain under various soil treatment systems / Proceedings of the International Student Scientific Conference (February 7-8, 2017). Т. 1- Belgorod, 2017. - p. 21

5. Kononova, LN Kuznetsova. Influence of soil cultivation systems on the yield of sunflower / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 78-79

6. Kuznetsova L.N. A complex of agricultural practices as a factor in regulating soil fertility / L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin // Belgorod: Publishing house of BelGSAA, 2014. - 135 p.

7. Linkov S.A. Change in soil fertility depending on the factors of intensification of agriculture: monograph / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryaev - Belgorod: Publishing house of the Belgorod State University, 2016. - 197 p., III.

8. Litsukov SD, Kuznetsova L.N. Productivity of spring barley under various fertilizer systems / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Perspectives" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 17-19

9. Musaidova DS, Kuznetsova L.N. Influence of fertilizers and various methods of soil cultivation on the yield of barley / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 86-87

10. Titovskaya AI, Shiryaev AV, Kuznetsova LN, Solovichenko V.D. Change in soil nutrient regime in crop rotations / Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - Belgorod, 2015. - No. (4) 8.- P. 88-93.

11. Titovskaya AI, Kuznetsova LN, Stupakov AG, Shiryaev AV, Kulishova IV, Shiryaeva NV Productivity of winter wheat depending on fertilizers and predecessors / Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15) .- P. 116-126.

12. Frantsuzova ER, Kuznetsova L.N. The protein content in barley grain, depending on the method of basic soil cultivation and the fertilizer system / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 99-100

13. Cobanu AP, Kuznetsova L.N. The influence of agrotechnical methods and previous crops on the formation of spring barley productivity / Proceedings of the 22nd International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 81-82

14. Shiryaev AV, Kuznetsova L.N. Influence of soil cultivation systems on the growth and development of maize for grain / Bulletin of the Kursk State Farm. academy. - Kursk, 2014. - No. 9. - P. 38-40.

Сведения об авторах

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056739117, E-mail: shir9218@yandex.ru

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064

Ширяева Наталья Викторовна, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина

Information about authors

Shiryayev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, tel. +79056739117, E-mail: shir9218@yandex.ru

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture of Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, tel. +79056727064

Shiryayeva Natalia Viktorovna, post-graduate student of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

УДК 631.434:633.11 «324»

*Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева,
К.К. Хакимова*

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

Аннотация. Структурный состав почвы определяли путем отбора образцов по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см с последующим просеиванием через набор сит по методу Н. И. Савинова. Установлено, что к фазе весеннего кушения структура почвы улучшалась по всем вариантам опыта, а к периоду уборки произошло изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения. По влиянию на коэффициент структурности в слое 0-10 под сортом Майская Юбилейная лучшим предшественником оказался пар, в слое 10-20 – горох, в слое 20-30 – ячмень. Водопрочность почвы анализировали по методу П.И. Андрианова, учитывая агрегаты, распавшиеся в воде за определённый промежуток времени. Определили, по всем предшественникам наиболее устойчивой к воздействию воды была фракция почвы 3-5 мм, наименее – 7-10 мм. Наиболее благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым почвенным фракциям оказал предшественник ячмень, сорт пшеницы Майская юбилейная (21,5%) и предшественник горох, сорт пшеницы Альмера (20,7%). В целом на водопрочность почвенной структуры оказывали влияния срок вегетации, предшественник озимой пшеницы, исследуемый слой почвы. Пар и горох в качестве предшественников озимой пшеницы обоих сортов являются более эффективными для получения высокой урожайности зерна.

Ключевые слова: предшественник, сорт, озимая пшеница, структура почвы, водопрочность почвенной структуры, слой почвы, коэффициент структурности.

STRUCTURAL STATE OF THE SOIL IN WHICH WHEAT OXIMISM BY VARIOUS PRECURSORS

Abstract. The structural composition of the soil was determined by sampling the layers 0-10, 10-20, 20-30 cm, followed by sieving through a set of sieves by the method of N.I.Savinov. It was established that the soil structure improved during the spring tillering phase in all variants of the experiment, and by the time of harvesting there was a change in the coefficient of soil structure in the direction of decline. According to the influence on the coefficient of structure in the layer 0-10 under the Maya Jubilee cultivar, the best predecessor was steam, in layer 10-20 - peas, in layer 20-30 - barley. The water resistance of the soil was analyzed by the method of P.I. Andrianova, given the aggregates that disintegrated in the water for a certain period of time. It was determined that for all the predecessors the most resistant to water was the soil fraction 3-5 mm, the least - 7-10 mm. The most favorable effect on water resistance on the average for the studied soil fractions was provided by the predecessor barley, wheat grade May Jubilee (21.5%) and predecessor peas, Almera wheat (20.7%). In general, the water resistance of the soil structure was influenced by the period of vegetation, the precursor of winter wheat, the soil layer under study. Steam and peas as the precursors of winter wheat of both varieties are more effective for obtaining high grain yields.

Keywords: predecessor, variety, winter wheat, soil structure, water resistance of soil structure, soil layer, structural coefficient.

Увеличение производства зерна и повышение его качества имеют большое значение для нашей страны. Особая роль отводится озимой пшенице как высокопродуктивной и ценной продовольственной культуре, которая занимает в Центрально-Черноземном регионе около 2 миллионов гектаров. Значительные площади (около 300 тыс. га) озимая пшеница занимает и в Белгородской области, которая по агроклиматическому районированию входит в зону неустойчивого увлажнения [9].

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет ее структура и водопрочность.

Структура один из основных показателей, определяющих оптимальное физическое состояние почвы. Она обуславливает благоприятное сложение обрабатываемого слоя почвы, ее водный, воздушный и тепловой режимы, а также технологические свойства [7, 8].

Хорошая структура позволяет пропускать в почву воду и воздух и обеспечивает корни водой и питательными веществами. Хорошо оструктуренная почва, в результате более активных биологических процессов, обладает, по сравнению с бесструктурной, большими запасами элементами питания. Плохая структура почвы замедляет всхожесть семян, поступление воды и воздуха и корневое развитие, необходимые для роста и развития растений, и приводит к снижению урожайности [2, 3, 7].

Наибольший интерес с агрономической точки зрения представляет зернистая и мелкокомковатая структура с размером частиц от 0,25 до 10 мм, они придают почвенной структуре ее уникальный вид и определяют почвенное плодородие.

Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим, механические свойства и т.д. Почвы, не имеющие такой структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы [6].

Водопрочность, т. е. способность противостоять размывающему действию воды, важнейшее свойство почвы в зонах активного проявления водной эрозии. К такой зоне относится вся территория Белгородской области, где более половины пашни (около 70 %) подвержено эрозионным процессам. Водопрочность изменяется в зависимости от гранулометрического состава почв и особенностей возделываемых культур [1, 4].

Таблица 1 – Влияние предшественников озимой пшеницы на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности до посева, 2016г.

Предшественники	Слой почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		10	Агрономически ценная	> 0,25	
Пар	0-10	21,1	11	6,4	2,45
	10-20	19,0	12,4	3,4	3,46
	20-30	11,2	13,7	3,3	5,80
	0-30	17,1	12,4	4,3	3,90
Горох	0-10	14,2	12	7,0	3,39
	10-20	35,7	9,8	2,7	1,60
	20-30	31,0	10,9	2,0	2,05
	0-30	27,0	10,7	3,9	2,35
Ячмень	0-10	17,2	11,7	6,3	3,00
	10-20	35,4	10,2	1,8	1,70
	20-30	31,0	10,9	2,0	2,05
	0-30	27,9	10,9	3,3	2,25

Целью наших исследований являлось изучение влияния предшественников и сортов озимой пшеницы на агрофизические свойства почвы.

Полевой опыт проводился на полях проблемной лаборатории селекции и промышленного семеноводства Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина. В опыте изучались три предшественника и 2 сорта озимой пшеницы: чистый пар; горох; яровой ячмень. Сорта Альмера и Майская юбилейная.

Определение состава почвенных агрегатов проводилось путем отбора почвенных образцов по слоям 0-10,10-20,20-30 см с последующим просеиванием через набор сит по методу Н. И. Савинова. Содержание каждой фракции рассчитали, как отношение этой фракции к массе навески.

Для качественной оценки структуры был использован коэффициент структурности (К), который основан на отношении агрономически ценных агрегатов ко всем остальным. Диапазоны оценки: более 1,5 – отличное агрегатное состояние, 1,5-0,67 – хорошее, менее 0,67 – неудовлетворительное.

Водопрочность почвы определяли по методу П.И. Андрианова. Метод основан на учёте агрегатов, распавшихся в воде за определённый промежуток времени. Пробу воздушно-сухой почвы просеивают через набор сит с диаметром отверстий 10, 7, 5, 3; 2; 1; 0,5; и 0,25 мм, берут фракцию определенного размера. На дно чашки Петри помещают листок фильтровальной бумаги, расчерченный предварительно на 50 квадратов и в каждый квадрат помещают комочек почвы. В чашку Петри приливают воду до полного увлажнения листа фильтровальной бумаги и через 3 минуты, когда произойдёт капиллярное насыщение агрегатов, в него осторожно доливают воду комнатной температуры так, чтобы она покрыла агрегаты.

Результаты исследований были классифицированы по суммарному количеству агрегатов более 0,25 мм (классификация, предложенная И.В. Кузнецовой).

Таблица 2 – Влияние предшественников озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности в фазу кушения, 2016-2017гг.

Предшественники	Слой почвы, см	Майская Юбилейная				Альмера			
		Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности	Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности
		10	Агрономически ценная	>0,25		10	Агрономически ценная	>0,25	
Пар	0-10	11,2	12,4	7,3	3,59	7,3	12,6	8,5	4,72
	10-20	15,9	13	3,2	4,30	9,9	13,8	3,6	6,40
	20-30	9,8	13,8	3,8	5,88	8,0	13,9	4,2	7,17
	0-30	12,3	13	4,8	4,59	8,4	13,5	5,4	6,10
Горох	0-10	11,9	12,6	6,2	3,42	18,2	11,2	7,2	2,63
	10-20	11,0	13,6	3,7	5,73	20,1	12,1	3,8	3,18
	20-30	17,5	12,5	3,7	3,84	12,8	12,8	5	4,29
	0-30	13,4	12,9	4,5	4,33	17,0	12,1	5,3	3,37
Ячмень	0-10	11,1	12,7	6,5	4,18	9,7	12,7	7,2	4,51
	10-20	15,5	13	3,3	5,28	10,2	13,7	3,7	5,60
	20-30	10,2	13,4	4,6	5,59	7,8	13,6	5,5	6,34
	0-30	12,3	13	4,8	5,02	9,2	13,3	5,5	5,48

При оценке коэффициента структурности до посева озимой пшеницы лучшим показателем по предшественникам в слое 0-30 оказался пар (3,9). В слое 0-10 см лучший коэффициент структурности отмечен по предшественнику горох, равный 3,39, в более глубоких слоях преимущество имел предшественник пар (таблица 1).

К фазе весеннего кушения структура почвы улучшалась по всем вариантам опыта.

В соответствии с вышеприведенными данными, коэффициент структурности под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в фазе кушения в слое 0-30см наиболее высоким оказался по предшественнику Ячмень и составил 5,02. А по сорту Альмера- по предшественнику пар (6,10) (таблица 2).

Таблица 3 – Влияние предшественников озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмерана содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности в период уборки, 2016-2017 г.

Предшественники	Слой почвы, см	Майская Юбилейная				Альмера			
		Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности	Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности
		10	Агрономически ценная	>0,25		10	Агрономически ценная	>0,25	
Пар	0-10	7,2	11,9	10,9	3,51	9,8	11,5	10,6	3,25
	10-20	18,7	12,3	3,8	3,30	26,9	10,6	4,7	2,16
	20-30	20,4	12,2	3,1	3,18	16,9	12,3	4,6	3,61
	0-30	15,4	12,1	6	3,33	17,9	11,5	6,6	3,01
Горох	0-10	10,5	11,6	10,1	2,98	15,1	11,5	8	2,85
	10-20	19,4	12,7	2,3	4,12	17,1	12,8	3	3,99
	20-30	26,7	10,8	4,3	2,15	19,1	12,1	4,2	3,42
	0-30	18,9	11,7	5,5	3,08	17,1	12,1	5,1	3,42
Ячмень	0-10	21,7	11	6,2	2,42	9,6	11,8	9,8	3,26
	10-20	26,4	11,2	3,1	2,74	26,9	10,8	4,3	2,20
	20-30	15,7	12,5	4,8	3,56	18,5	11,9	5,1	3,15
	0-30	21,3	11,6	4,7	2,91	18,3	11,5	6,4	2,87

Лучшая структура в верхнем слое отмечалась на сорте Майская Юбилейная по предшественнику –ячмень 4,18, в слое 10-20 – горох (5,73), в слое 20-30 – пар (5,88).

На сорте Альмера лучший коэффициент структурности во всех слоях почвы наблюдался по предшественнику –пар (4,72 и 6,4 и 7,17 соответственно).

К периоду уборки произошло изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения. Для сорта Майская Юбилейная наилучшим оказался предшественник пар и его значение в слое 0-30 составило 3,33. А по сорту Альмера предшественник - горох коэффициент структурности которого равнялся 3,42 (таблица 3).

Таблица 4 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов перед посевом озимой пшеницы, % (2016 г.)

Предшественники	Слой почвы, см	Размер фракций, мм			Среднее, %
		3-5	5-7	7-10	
Пар	0-10	18,5	25,0	23,5	22,3
	10-20	21,5	6,5	15,0	14,3
	20-30	20,0	15,0	5,0	13,3
	0-30	20,0	15,5	14,5	16,7
Горох	0-10	33,5	30,0	21,5	28,3
	10-20	0,0	1,5	3,5	1,7
	20-30	8,5	8,5	3,5	6,8
	0-30	14,0	13,3	9,5	12,3
Ячмень	0-10	33,5	43,5	40,0	39,0
	10-20	3,5	6,5	5,0	5,0
	20-30	6,5	1,5	0,0	2,7
	0-30	14,5	17,2	15,0	15,6

Таблица 5 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов в фазу весеннего кушения озимой пшеницы, % (2016-2017 г.)

Предшественники	Слой почвы, см	Размер фракций, мм			Среднее, %
		3-5	5-7	7-10	
Майская Юбилейная					
Пар	0-10	13,5	8,5	5,0	9,0
	10-20	10,0	16,5	6,5	11,0
	20-30	8,5	11,5	3,5	7,8
	0-30	10,7	12,2	5,0	9,3
Горох	0-10	18,5	15,0	11,5	15,0
	10-20	21,5	15,0	25,0	20,5
	20-30	10,0	5,0	11,5	8,8
	0-30	16,7	11,7	16,0	14,8
Ячмень	0-10	8,5	10,0	10,0	9,5
	10-20	11,5	15,0	11,5	12,7
	20-30	6,5	3,5	1,5	3,8
	0-30	8,8	9,5	7,7	8,7
Альмера					
Пар	0-10	11,5	5,0	1,5	6,0
	10-20	15,0	16,5	13,5	15,0
	20-30	5,0	11,5	6,5	7,7
	0-30	10,5	11,0	7,2	9,6
Горох	0-10	5,0	6,5	11,5	7,7
	10-20	11,5	8,5	13,0	11,0
	20-30	8,5	5,0	5,0	6,2
	0-30	8,3	6,7	9,8	8,3
Ячмень	0-10	11,5	8,5	8,5	9,5
	10-20	20,0	16,5	26,5	21,0
	20-30	0,0	1,5	1,5	1,0
	0-30	10,5	8,8	12,2	10,5

В слое 0-10 под сортом Майская Юбилейная оказался лучшим предшественником – пар 3,51. В слое 10-20 горох - 4,12. В слое 20-30 – ячмень – 3,56.

В слое 0-10 под сортом Альмера лучшая структура почвы отмечена по предшественнику – ячмень 3,26, в слое 10-20 по гороху – 3,99, в слое 20-30 – по пару – 3,61.

На изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения повлияло разрушение почвенных агрегатов в результате механического воздействия на неё почвообрабатывающих орудий и факторов внешней среды.

Тем не менее, несмотря на снижение коэффициента структурности этот показатель остается в диапазоне выше 1,5, то есть отличное агрегатное состояние почвы.

Перед посевом озимой пшеницы нами отмечено более благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым фракциям почвы предшественника пара (16,7 % против 12,3-15,6 %) (таблица 4). Менее – горох (12,3 %).

По всем предшественникам наиболее устойчивой к воздействию воды была фракция почвы 3-5 мм. Наименее – 7-10 мм.

По классификации И.В. Кузнецовой в слое 0-30 см водопрочность можно оценить как неудовлетворительную независимо от предшественника озимой пшеницы (10 – 20%). По водопрочности выгодно отличался верхний слой почвы 0-10 см, где показатель соответствовал недостаточно удовлетворительной (20-30%), а по предшественнику ячмень – удовлетворительной водопрочности (30-40%)

На момент весеннего кушения пшеницы, показатель водопрочности структуры снизился независимо от варианта предшественников и изучаемых фракций почвы.

Более благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым фракциям почвы оказал предшественник горох, сорт Майская Юбилейная (14,8%).

Лучшая водопрочность агрегатов наблюдалась в слое 10-20 см по предшественникам горох (Майская юбилейная) и ячмень (Альмера) (20,5-21,0 %) (таблица 5).

Таблица 6 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов в период уборки озимой, % (2016-2017 г.)

Предшественники	Слои почвы, см	Размер фракций, мм			Среднее, %
		3-5	5-7	7-10	
Майская юбилейная					
Пар	0-10	16,5	15,0	21,5	17,7
	10-20	13,5	23,5	20,0	19,0
	20-30	8,5	11,5	15,0	11,7
	0-30	12,8	16,7	18,8	16,1
Горох	0-10	15,0	11,5	16,5	14,3
	10-20	16,5	18,5	26,5	20,5
	20-30	11,5	13,5	21,5	15,5
	0-30	14,3	14,5	21,5	16,8
Ячмень	0-10	20,0	26,5	26,5	24,3
	10-20	13,5	21,5	26,5	20,5
	20-30	23,5	18,5	16,5	19,5
	0-30	19,0	22,2	23,2	21,5
Альмера					
Пар	0-10	20,0	25,0	13,5	19,5
	10-20	16,5	6,5	15,0	12,7
	20-30	8,5	23,5	11,5	14,5
	0-30	15,0	18,3	13,3	15,5
Горох	0-10	25,0	28,5	40,0	31,2
	10-20	15,0	26,5	16,5	19,3
	20-30	8,5	16,5	10,0	11,7
	0-30	16,2	23,8	22,2	20,7
Ячмень	0-10	33,5	25,0	18,5	25,7
	10-20	15,0	26,5	23,5	21,7
	20-30	8,5	3,5	20,0	10,7
	0-30	19,0	18,3	20,7	19,3

На момент уборки озимой пшеницы показатель водопрочности заметно улучшался по сравнению с фазой весеннего кушения.

Наиболее благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым почвенным фракциям оказал предшественник ячмень, сорт пшеницы Майская юбилейная (21,5%) и предшественник горох, сорт пшеницы Альмера (20,7%).

По всем предшественникам, фракции 7-10 (сорт Майская юбилейная) и 5-7 (сорт Альмера) отличаются наибольшей устойчивостью к воздействию воды.

Лучшая водопрочность отмечена в слоях 10-20см по сорту Майская юбилейная и 0-10см по сорту Альмера.

По классификации И.В. Кузнецовой, как удовлетворительную (30-40%) можно оценить водопрочность в слое 0-10 см, предшественник горох сорт Альмера. Как недостаточно удовлетворительную (20-30%) в слое 0-10 см предшественник ячмень по двум сортам. Как неудовлетворительную (10-20%) в остальных вариантах опыта (таблица 6).

Из проведенных выше опытов видно, - каждая полевая культура оказывает не одинаковое влияние на агрофизические свойства почвы. В результате этого создаются различные условия для возделывания последующей культуры. Урожайность культур является основным показателем, характеризующим эффективность применения тех или иных способов возделывания, свойств почвы, условий произрастания.

Таблица 7 – Влияние предшественников на урожайность сортов озимой пшеницы, ц/га (2016-2017 гг.)

Предшественники	Сорта	
	Майская Юбилейная	Альмера
	Урожайность ц/га	
Пар	51,3	48,8
Горох	49,1	50,9
Ячмень	43,0	48,0
НСР05 фактор А предшественник	4,49	
НСР05 фактор В сорт оз. пшеницы	3,67	

Как видно из таблицы 7, пар и горох в качестве предшественников озимой пшеницы обоих сортов являются более эффективными для получения высокой урожайности зерна, особенно у сорта озимой пшеницы Майская Юбилейная.

Заключение. В целом можно сделать вывод, что на структуру почвы и ее водопрочность оказывали влияние срок вегетации, предшественник озимой пшеницы, исследуемый слой почвы.

Библиография

1. Боровская И.Ю. Влияние систем обработки на водопрочность структуры /И.Ю. Боровская, А.В. Ширяев // Материалы международной студенческой научной конференции (25-26 марта 2014 года). – Белгород, 2014. – С. 14
2. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с., ил.
3. Лицуков С.Д. Изменение агрофизических показателей плодородия в зависимости от способа обработки почвы/ С.Д. Лицуков, А.В.Ширяев, Л.Н. Кузнецова //Сахарная свекла, № 2, 2016. – С. 30-33
4. Польщикова М.Н. Влияние культуры шлемника байкальского на агрофизические показатели плодородия / М.Н. Польщикова, А.В. Ширяев // Материалы международной студенческой научной конференции (7-8 февраля 2017 года). Т. 1– Белгород, 2017. – с. 32.
5. Титовская А.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / А.И. Титовская, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.В. Ширяев, И.В. Кулишова, Н.В. Ширяева //Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. - № 3 (15).- С. 116-126.
6. Ширяев А.В. Влияние систем обработки на водопрочность структуры почвы при возделывании кукурузы на зерно / А.В. Ширяев // Вестник Курской государственной с.-х. академии. – Курск, 2014. - № 7. – С. 53-55.
7. Симашева А.О. Влияние предшественников озимой пшеницы на водопрочность структуры почвы / А.О. Симашева, А.В. Ширяев // Материалы международной студенческой научной конференции «Молодёжный аграрный форум – 2018» (20–24 марта 2018 г.). Том 2. - Белгород, 2018.- Издательство Белгородского ГАУ. – С. 16.
8. Хакимова К.К. Изменение структуры почвы под влиянием предшественников озимой пшеницы / К.К. Хакимова, А.В. Ширяев // Материалы международной студенческой научной конференции «Молодёжный аграрный форум – 2018» (20–24 марта 2018 г.). Том 2. - Белгород, 2018.- Издательство Белгородского ГАУ. – С. 24.

9. Ширяева Н.В. Изменение структуры почвы и ее водопрочности в зависимости от предшественников озимой пшеницы/ Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, А.О. Симашева, К.К. Хакимова // Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы». (28-29 мая 2018 года). Том 1.– Майский, 2018. – С. 21-22.

References

1. Borovskaya I.Yu. Influence of processing systems on water resistance of structure / I.Yu. Borovskaya, A.V. Shiryayev // Proceedings of the International Student Scientific Conference (March 25-26, 2014). - Belgorod, 2014. - with. 14.
2. Change in soil fertility depending on the factors of intensification of agriculture: monograph / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryayev - Belgorod: Publishing house of the Belgorod State University, 2016. - 197 p., III.
3. Litsukov S.D. Change in agrophysical indicators of fertility, depending on the method of soil cultivation / S.D. Litsukov, A.V. Shiryayev, L.N. Kuznetsova // Sugar beet, № 2, 2016. - P. 30-33
4. Polshchikova M.N. Influence of the Baikal skullcap culture on the agrophysical indices of fertility / M.N. Polshchikova, A.V. Shiryayev // Proceedings of the International Student Scientific Conference (February 7-8, 2017). T. 1- Belgorod, 2017. - p. 32.
5. Titovskaya A.I. The productivity of winter wheat, depending on fertilizers and precursors / A.I. Titovskaya, L.N. Kuznetsova, A.G. Stupakov, A.V. Shiryayev, I.V. Kulishova, N.V. Shiryayeva // Innovations in agribusiness: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15) - P. 116-126.
6. Shiryayev A.V. Influence of processing systems on the water resistance of soil structure during the cultivation of maize for grain / A.V. Shiryayev // Bulletin of the Kursk State Farm. academy. - Kursk, 2014. - No. 7. - P. 53-55.
7. Simasheva A.O. Effect of winter wheat precursors on water resistance of soil structure / A.O. Simasheva, A.V. Shiryayev // Materials of the international student scientific conference "Youth Agrarian Forum - 2018" (March 20-24, 2018). Volume 2. - Belgorod, 2018. - Publishing house of Belgorod State University. - from. 16.
8. Khakimova K.K. Changes in soil structure under the influence of winter wheat precursors / K.K. Khakimova, A.V. Shiryayev // Materials of the international student scientific conference "Youth Agrarian Forum - 2018" (March 20-24, 2018). Volume 2. - Belgorod, 2018. - Publishing house of Belgorod State University. - from. 24.
9. Shiryayeva N.V. Changes in the structure of the soil and its water resistance, depending on the precursors of winter wheat / N.V. Shiryayeva, A.V. Shiryayev, A.O. Simasheva, K.K. Khakimova // Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Perspectives". (May 28-29, 2018). Volume 1. - May, 2018. - with. 21-22.

Сведения об авторах

Ширяева Наталья Викторовна, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064

Ступаков Алексей Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +9606402930

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056739117, E-mail: shir9218@yandex.ru

Симашева Александра Олеговна, студентка 42 АХП группы агрономического факультета Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина.

Хакимова Карина Казибековна, студентка 42 АХП группы агрономического факультета Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина.

Information about authors

Shiryayeva Natalia Viktorovna, post-graduate student of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture of Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, tel. +79056727064

Stupakov Aleksey Grigorevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture of Agrochemistry and Ecology of the Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, tel. +9606402930

Shiryayev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, tel. +79056739117, E-mail: shir9218@yandex.ru

Simasheva Alexandra Olegovna and, student of the 42 AHP of the Agronomy Faculty of the Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin.

Khakimova Karina Kazibekovna student of the 42 AHP of the Agronomy Faculty of the 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 – ВИНИТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200 – 250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и(или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затенение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3. Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключение составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

Порядок представления материалов

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

Тематический раздел «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,
Демидова Анна Геннадьевна, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: ya.demidova-anyu@yandex.ru
тел. +7 952 427-17-83/

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 Текст аннотации (не менее 250 слов, 2000 знаков).

Ключевые слова: ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова (не менее 5)

FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation
Text annotation Text annotation Text annotation.

Keywords: keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной статьи.....
(текст).....
(текст).....
(текст).....

Таблица 1 - Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га (2016-2017 г.г.)

Библиография

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

References

и на английском языках.

Сведения об авторах

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26

Кулишова Ирина Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

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,

Gruzдова 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,

Demidova Anna Gennadievna, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: ya.demidova-anya@yandex.ru

Tel. +7 952 427-17-83.

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: svc.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.