



# Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№1 (17) 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);  
Бреславец П.И., к. вет. н., доцент (Россия);  
Вереновская А., PhD э. н. (Польша);  
Ерохин М.Н., д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);  
Кальницкий Б.Д., д. б. 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);  
Стрекозов Н.И., д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);  
Турусов В.И., д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);  
Ушачев И.Г., д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);  
Черкасов Г.Н., д. с.-х. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);  
Шабунин С.В., д. в. 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;	Малахова Т.А., к. с.-х. н.;
Андреева И.Г., к. э. н., доцент;	Мерзленко Р.А., д. вет. н., профессор;
Аничин В.Л., д. э. н., профессор;	Наседкина Т.И., д. э. н., профессор;
Бабинцев В.П., д. фил. н., профессор;	Наушкин В.Н., д. с.-х. н., профессор;
Белов А.А., к. соц. н., доцент;	Пастухов А.Г., д. тех. н., профессор;
Бураков В.С., д. с.-х. н., профессор;	Походня Г.С., д. с.-х. н., профессор;
Вендин С.В., д. тех. н., профессор;	Романченко М.И., к. тех. н., доцент;
Груздова Л.Н., к. э. н., доцент;	Рыжков А.В., к. тех. н., доцент;
Гудыменко В.И., д. с.-х. н., профессор;	Семенютин В.В., д. б. н., ст. н. с.;
Добрунова А.И., к. соц. н., доцент;	Скрятин Н.Ф., д. тех. н., профессор;
Дронов В.В., к. вет. н., доцент;	Смулов С.И., к. с.-х. н.;
Коваленко А.М., д. вет. н., профессор;	Ступаков А.Г., д. с.-х. н., профессор;
Колесников А.С., к. тех. н., доцент;	Токарь Е.В., д. э. н., профессор;
Концевенко В.В., д. вет. н., профессор;	Ужик В.Ф., д. тех. н., профессор;
Корняченко П.П., д. с.-х. н., профессор;	Черных А.И., к. э. н., доцент;
Котлярова Е.Г., д. с.-х. н., профессор;	Швецов Н.Н., д. с.-х. н., профессор;
Кочарева Н.В., д. с.-х. н., доцент;	Ширяев А.В., к. с.-х. н., доцент;
Литников С.Д., д. с.-х. н., профессор;	Яхтанюгова Ж.М., д. с.-х. н., профессор;
Ломазов В.А., д. физ.-мат. н., профессор;	

Технический редактор Потопов Н.К.  
Дизайн-макет и компьютерная верстка 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 29.03.2018 г., дата выхода в свет – 02.04.2018 г.  
Усл. п.л. 25,6. Тираж 1000 экз. Заказ № 1430. 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](mailto: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);  
Breslavets P.I., Cand. Vet. Sci., associate professor (Russia);  
Werenowska A., PhD in economics (Poland);  
Erokhin M.N., Dr. Tech. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
Kal'nitskii B.D., Dr. Biol. 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);  
Strekozov N.I., Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
Turusov V.I., Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
Ushachev I.G., Dr. Econ. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
Cherkašov G.N., Dr. Agr. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);  
Shabunin S.V., Dr. Vet. 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;	Malakhova T.A., Cand. Agr. Sci.;
Andreeva I.G., Cand. Econ. Sci., as prof.;	Merzlenko R.A., Dr. Vet. Sci., professor;
Anichin V.L., Dr. Econ. Sci., professor;	Nasedkina T.I., Dr. Econ. Sci., professor;
Babintsev V.P., Dr. Phil. Sci., professor;	Naumkin V.N., Dr. Agr. Sci., professor;
Belov A.A., Cand. Soc. Sci., as prof.;	Pastukhov A.G., Dr. Tech. Sci., professor;
Burakov V.S., Dr. Agr. Sci., professor;	Pokhodnia G.S., Dr. Agr. Sci., professor;
Vendin S.V., Dr. Tech. Sci., professor;	Romanchenko M.I., Cand. Tech. Sci., as pr.;
Gruzdova L.N., Cand. Econ. Sci., as prof.;	Ryzhkov A.V., Cand. Tech. Sci., as prof.;
Gudymenko V.I., Dr. Agr. Sci., professor;	Semeniutin V.V., Dr. Biol. Sci., s. res.;
Dobrunova A.I., Cand. Soc. Sci., as prof.;	Skuriatin N.F., Dr. Tech. Sci., professor;
Dronov V.V., Cand. Vet. Sci., as prof.;	Smuulov S.I., Cand. Agr. Sci.;
Kovalenko A.M., Dr. Vet. Sci., professor;	Stupakov A.G., Dr. Agr. Sci., professor;
Kolesnikov A.S., Cand. Tech. Sci., as prof.;	Tokar' E.V., Dr. Econ. Sci., professor;
Konseverko V.V., Dr. Vet. Sci., professor;	Uzhik V.F., Dr. Tech. Sci., professor;
Komienko P.P., Dr. Agr. Sci., professor;	Chernykh A.I., Cand. Econ. Sci., as prof.;
Kotliarova E.G., Dr. Agr. Sci., professor;	Shvetsov N.N., Dr. Agr. Sci., professor;
Kochareva N.V., Dr. Agr. Sci., as prof.;	Shiriaev A.V., Cand. Agr. Sci., as prof.;
Litsukov S.D., Dr. Agr. Sci., professor;	lakhitanogova Zh.M., Dr. Agr. Sci., professor.
Lomazov V.A., Dr. Phys.-math. Sci., prof.;	

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 ООО (Limited liability company) Publication and printing center “POLYTERRA”  
Signed for publication 29.03.2018, date of publication 02.04.2018.  
Conventional printed sheet 25,6. Circulation 1000 copies Order № 1430. 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](mailto: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	
<b>АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ</b>	
<i>Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак</i> ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОРИЕНТИРУЮЩЕ-ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ.....	3
<i>С.В. Вендин, Ю.В. Саенко</i> К РАСЧЁТУ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	16
<i>А.М. Гиевский, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский, В.В. Шередекин</i> ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОРЕШЕТНОЙ ОЧИСТКИ ДВУХАСПИРАЦИОННОЙ ПНЕВМОСИСТЕМЫ С ОДНИМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ.....	32
<i>А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная</i> ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ «ПЛУНЖЕР-УПЛОТНЕНИЕ» ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА.....	42
<i>А.В. Сапрыка, Р.С. Сингаулин</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ.....	59
<i>О.А. Шарая, Н.В. Водолазская</i> УПРОЧНЕНИЕ ЧУГУНА ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ.....	68
Нашн юбилей <i>А.Г. Пастухов</i> КАФЕДРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И КОНСТРУИРОВАНИЯ МАШИН – 30 ЛЕТ.....	77
<b>ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА</b>	
<i>О.В. Гонова, А.А. Малыгин, В.А. Лукина, О.В. Стулова</i> ФОРМИРОВАНИЕ МОЛОЧНО-ПРОДУКТОВОГО КЛАСТЕРА КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТРАСЛЕЙ АПК (НА ПРИМЕРЕ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....	79
<i>Т.Ю. Тарасова, А.Ю. Лисавцов</i> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАНКОВСКИХ ПРОДУКТОВ И УСЛУГ СЕЛЬСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ.....	87
<i>О.О. Шинкаренко, А.В. Колесников</i> ОПТИМИЗАЦИЯ МАСШТАБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....	95
<b>ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ</b>	
<i>С.С. Волощенко</i> ВЛИЯНИЕ СПРИНКЛЕРНОГО ОРОШЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КАЧЕСТВО ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ.....	108
<i>Т.Г. Голова, Л.А. Ершова</i> СЕЛЕКЦИЯ ЯЧМЕНЯ В КАМЕННОЙ СТЕПИ.....	112
<i>С.А. Линков, А.В. Акинчин, А.А. Мелентьев, Н.С. Чупрынина, А.Е. Кузнецова</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	118
<i>А.А. Муравьев</i> АНАЛИЗ АДАПТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИДОВ ЛЮПИНА В ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА.....	126
<i>И.В. Оразаева</i> ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТИПОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР.....	135
<i>Н.А. Сидельникова, В.В. Смирнова</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	142
<i>В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова, И.В. Кулишова</i> ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	151
<b>НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ И ЗООТЕХНИИ</b>	
<i>Н.В. Безбородов, В.М. Бреславец, В.Н. Романенко, О.Б. Лаврова, В.Н. Позднякова</i> ЛЕЧЕНИЕ КОРОВ С ПЕРСИСТЕНТНЫМ ЖЕЛТЫМ ТЕЛОМ ЯИЧНИКА.....	158
<i>Н.В. Безбородов, В.М. Бреславец, О.Б. Лаврова, В.Н. Романенко, В.Н. Позднякова</i> ЛЕЧЕНИЕ КОРОВ С ОСТРЫМ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНЫМ МАСТИТОМ.....	164
<i>Н.П. Зуев, В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, А.В. Логачев, Е.А. Арсеенко, Е.Н. Зуева, Р.З. Курбанов</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ МОНТОМРИЛЛОНИТСОДЕРЖАЩИХ ГЛИН ПРИ ЭШЕРИХИОЗЕ ПТИЦ.....	169
<i>М.П. Семененко, С.И. Кононенко, Е.В. Тяпкина, Е.В. Кузьминова</i> ЭНТЕРОСОРБЦИЯ КАК МЕТОД ОБЩЕЙ ДЕТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА ПРИ СОЧЕТАННЫХ МИКОТОКСИКОЗАХ У ЖИВОТНЫХ.....	178
<i>В.Н. Скворцов, А.В. Деркач, А.А. Присный, В.В. Невзорова</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С БЕШЕНСТВОМ В БЕЛГОРОДСКОМ УЕЗДЕ В 20-е ГОДЫ ХХ ВЕКА.....	186
<i>Н.С. Трубочанинова</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЧИСТОПОРОДНОГО РАЗВЕДЕНИЯ И СКРЕЩИВАНИЯ СВИНЕЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ И ЭСТОНСКОЙ БЕКОННОЙ ПОРОД.....	191
Нашим авторам.....	196

CONTENTS	
<b>AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY</b>	
<i>D.N. Baharev, S.F. Volvak</i> THE SUBSTANTIATION OF THE DESIGN OF WORKING BODIES OF THE ORIENTING-DOSING DEVICE FOR MAIZE CORNS.....	3
<i>S.V. Vendin? Yu. V. Saenko</i> TO CALCULATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF KNIVES FOR MILLING THE PROPELLED GRAIN.....	16
A.M. Giyevskiy, V.A. Gulevsky, V.I. Orobinsky, V.I. Sheredekin JUSTIFICATION OF THE MAIN PARAMETERS DIESELNOI DVUHSERIYNAYA CLEANING OF PNEUMATIC SYSTEM WITH ONE AIR FLOW.....	32
<i>A.G. Pastukhov, I.Sh. Berezhnaya</i> RESEARCH OF WORKING PERFORMANCE OF THE CONNECTION "PLUNGER-SEAL" OF MILK HOMOGENIZER.....	42
<i>A.V. Sapryka, R.S. Singatulin</i> ANALYSIS OF METHODS AND DIELECTRIC SYSTEMS FOR REMOTE MEASUREMENT OF DIELECTRIC PARAMETERS OF BIOLOGICAL OBJECTS.....	59
<i>O.A. Sharaya, N.V. Vodolazskaya</i> HARDENING OF CAST IRON BY DIFFUSION METALLIZATION.....	68
Our anniversaries <i>A.G. Pastukhov</i> CHAIR OF TECHNICAL MECHANICS AND DESIGN OF MACHINES - 30 YEARS.....	77
<b>INNOVATIVE ECONOMICS, MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES AND SOCIAL DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES</b>	
<i>O.V. Gonova, A.A. Malygin, V.A. Lukina, O.V. Stulova</i> THE FORMATION OF MILK-FOOD CLUSTER AS ONE OF DIRECTIONS OF INCREASE OF INNOVATIVE ACTIVITY OF THE AGRICULTURAL INDUSTRIES (ON THE EXAMPLE OF IVANOVNO REGION).....	79
<i>T.Yu. Tarasova, A.Yu. Lisavtsov</i> PECULIARITIES OF USING BANK PRODUCTS AND SERVICES BY RURAL POPULATION.....	87
<i>O.O. Shinkarenko, A.V. Kolesnikov</i> OPTIMIZATION OF SCOPE OF GRAIN CROPS PRODUCTION.....	95
<b>INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY</b>	
<i>S.S. Voloshchenko</i> INFLUENCE OF SPRINKLER IRRIGATION ON BIOLOGICAL PECULIARITIES AND QUALITY OF GROWING POTATOES.....	108
<i>T.G. Golova, L.A. Ershova</i> A BREEDING OF BARLEY IS IN STONY STEPPE.....	112
<i>S.A. Linkov, A.V. Akinchin, A.A. Melent'ev, N.S. Chuprynnina, A.E. Kuznetsova</i> THE APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL PRODUCTION.....	118
<i>A.A. Muravyev</i> ANALYSIS OF ADAPTIVITY AND EFFICIENCY OF CULTIVATION OF LUPINE SPECIES IN THE FOREST-STEPPE OF THE CENTRAL BLACK SOIL REGION.....	126
<i>I.V. Orazava</i> EVALUATION OF SORTS OF WINTER WHEAT OF DIFFERENT ECOTYPES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE CCA.....	135
<i>N.A. Sidelnikova, V.V. Smirnova</i> PRODUCTION TECHNOLOGY OF BARLEY GRAIN IN THE CONDITIONS OF SOUTH-EASTERN ZONES OF THE BELGOROD REGION.....	142
<i>V.V. Smirnova, N.A. Sidelnikova, I.V. Kulishova</i> FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION.....	151
<b>NEW TECHNOLOGIES IN VETERINARY MEDICINE AND ANIMAL SCIENCE</b>	
<i>N.V. Bezborodov, V.M. Breslavets, V.N. Romanenko, O.B. Lavrova, V.N. Pozdnyakova</i> TREATMENT OF COWS WITH PERSISTENT YELLOW BODY OF OVARY.....	158
<i>N.V. Bezborodov, V.M. Breslavets, V.N. Romanenko, O.B. Lavrova, V.N. Pozdnyakova</i> TREATMENT OF COWS WITH ACUTE PURULENT-CATARRHAL MASTITIS.....	164
<i>N.P. Zuev, V.D. Bukhanov, A.I. Vezencev, A.V. Logachev, E.A. Arseenko, E.N. Zueva, R.Z. Kurbanov</i> EFFICIENCY OF COMPOSITION PREPARATIONSON THE BASIS OF NANOSTRUCTURAL MONTMORILLONI-CONTAINING CLAYSIN BIRDSHIP ASHERICHIOSIS.....	169
<i>M.P. Semenenko, S.I. Kononenko, E.V. Tyapkina, E.V. Kuzminova</i> ENTEROSORBTION AS A METHOD OF GENERAL DETOXICATION OF THE ORGANISM IN COMBINED MYCOTOXICOSIS OF ANIMALS.....	178
<i>V.N. Skvortsov, A.V. Derkach, A.A. Prisnyi, V.V. Nevzorova</i> THE DISTRIBUTION AND ACTIONS FOR FIGHT AGAINST THE RABIES IN THE BELGOROD REGION IN THE 20th YEARS OF THE XX CENTURY.....	186
<i>N.S. Trubchaninova</i> THE EFFICIENCY OF PURE BREEDING AND CROSSBREEDING OF PIGS OF LARGE WHITE AND ESTONIAN BACON ROCKS.....	191
Our eviewers.....	196

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 631.361.022.003.13

*Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак*

### ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОРИЕНТИРУЮЩЕ-ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ

**Аннотация.** Эффективность работы аксиально-роторных молотильно-сепарирующих устройств для початков кукурузы в значительной степени зависит от эффективности работы системы подачи початков в камеру обмолота. Система подачи должна одинаково эффективно работать с початками различных размеров и форм (конусности). Поскольку початки кукурузы различных подвидов и сортов значительно отличаются по форме, длине и диаметру, то для оптимизации зазоров в молотильной камере необходимо их подавать на обмолот в одинаково сориентированном в пространстве положении. Данное условие требует применения ориентирующе-дозировочного загрузочного устройства. Среди ориентирующе-дозировочных устройств, способных работать с початками кукурузы различной конусности, длины и диаметра наиболее эффективными являются элеваторные устройства. Элеваторное ориентирующе-дозировочное устройство работает максимально эффективно, если все лопатки захватывают из бункера по одному початку без пропусков. Этому способствует применение на лопатках захватывающих пальцев с пружинными наконечниками, которые, разрушая впереди идущее уплотнённое ядро в насыпи, способствуют развороту початков в требуемое для захвата положение. Конструкцию и геометрические пропорции (соотношения длин участков рабочих поверхностей) пальцев ориентирующе-дозировочного устройства можно обосновать, анализируя конструктивные особенности их биологических прототипов. Биологическими прототипами пальцев лопаток ориентирующе-дозировочных устройств для початков кукурузы могут служить конечности насекомых (амбарных вредителей), поскольку они в результате эволюции наиболее долго приспособлявали свои конечности к перемещению по поверхности зерновых материалов и закреплению на них с минимальными потерями энергии. В этом плане особый практический интерес представляет третье звено лапки различных амбарных вредителей. Анализ конструкций третьего звена лапки различных амбарных вредителей показал, что их двойное отношение линейных размеров находится в пределах 1,21, а обычная одинарная пропорция общей закономерности не показывает. Кроме того, лапки в качестве наконечника оснащены когтями, среднее количество когтей 3, причем 2 из них расположены в конце лапки, а третий – в начале 3-го звена. Рациональная кривизна рабочей поверхности пальцев захватывающих лопаток ориентирующе-дозировочных устройств математически описывается полиномом Бернштейна. Данные значения положены в основу конструирования новых пальцев захватывающих пластин предложенного ориентирующе-дозировочного устройства. Анализ размерных характеристик початков кукурузы основных подвидов, возделываемых в СНГ, показал, что максимальная длина початка составляет 350 мм, а его максимальный диаметр – 63 мм. Данные размеры определяют полную длину и ширину захватывающей пластины, а также размеры захватывающих пальцев. Приняв рабочую длину пальца равной максимально-возможному диаметру початка  $a_1 = 63$  мм, на основании знания средней величины двойного отношения линейных размеров конечностей биологических прототипов получена длина плоского участка пальца  $e_1 = 46$  мм и длина пружинного наконечника  $c_1 = 20$  мм. Кроме того, максимальная длина початка определяет ширину канала, по которому захватывающие пластины перемещают початок с одновременным его ориентированием в пространстве. При угле установки лопатки  $40^\circ$  обеспечивается эффективное соскальзывание початка в выгрузное окно, при этом эффективная ширина канала составляет 280 мм. Данная ширина канала позволит эффективно осуществлять дозированную подачу початков кукурузы всех основных подвидов и сортов.

**Ключевые слова:** кукуруза, початок, ориентирующе-дозировочное устройство, захватывающая лопатка, биологический прототип, палец, пружинный наконечник.

### THE SUBSTANTIATION OF THE DESIGN OF WORKING BODIES OF THE ORIENTING-DOSING DEVICE FOR MAIZE CORNS

**Abstract.** The efficiency of the axial-rotor threshing separating devices for corncobs depends largely on the efficiency of the feeding of the ears into the threshing chamber. The feed system should work equally effectively with the cobs of various sizes and shapes (tapering). Since corncobs of various subspecies and varieties differ considerably in shape, length and diameter, to optimize the gaps in the threshing chamber, they must be fed to threshing in an equally oriented position in space. This condition requires the use of an orienting-metering loading device. Among the orienting-dosing device, capable of working with corncobs of different taper, length and diameter, elevator systems are the most effective. Elevating orienting-dosing device works as efficiently as possible, if all the blades take one cob from the hopper without any gaps. This is facilitated by the use on the blades of grasping fingers with spring tips, which destroy the forward-dense packed core in the embankment, assist in turning the cobs into the required position for gripping. The design and geometric proportions (the ratio of the lengths of the working surface sections) of the fingers of the orienting-dosing device can be justified by analyzing the design features of their biological prototypes. Biological prototypes of the

scapula fingers of orienting-dosing devices for corn cobs can serve as extremities of insects (granary pests), as they have for the longest time adapted their limbs to move along the surface of grain materials and fasten them to minimal energy losses. In this respect, the third link of the paws of various barn pests is of particular practical interest. Analysis of the structure of the third link of the legs of various granary pests showed that their double ratio of linear sizes is within 1,21 and the usual single proportion of the general pattern does not show. In addition, the paws are equipped with claws as the tip, the average number of claws 3, with 2 of them located at the end of the foot, and the third - at the beginning of the third link. The rational curvature of the working surface of the fingers of the gripping blades of orienting-dosing devices is mathematically described by the Bernstein polynomial. These values are the basis for designing the new fingers of the gripping plates of the proposed orienting-metering device. Analysis of the size characteristics of maize cobs of the main subspecies cultivated in the CIS showed that the maximum length of the cob is 350 mm, and its maximum diameter is 63 mm. These dimensions determine the full length and width of the gripping plate, as well as the size of the gripping fingers. Assuming the working length of the finger equal to the maximum possible diameter of the cob  $a_1 = 63$  mm, based on the knowledge of the average value of the double ratio of the linear dimensions of the limbs of biological prototypes, the length of the flat portion of the finger is equal to 46 mm and the length of the spring tip is  $d = 20$  mm. In addition, the maximum length of the cob defines the width of the channel along which the gripping plates move the cob while simultaneously orienting it in space. With an angle of  $40^\circ$ , the cob will effectively slip into the unloading window, with an effective channel width of 280 mm. The given width of the channel will allow to effectively carrying out the dosed feeding of corncobs of all the main subspecies and varieties.

**Keywords:** corn, cob, orienting and dosing device, gripping blade, biological prototype, finger, spring tip.

**Введение.** Исследования проводятся в соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства РФ на 2017-2025 гг, утвержденной постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996.

Современные условия развития перерабатывающей промышленности России требуют постоянного совершенствования парка используемых технических средств, что невозможно без научного обобщения существующих теоретических знаний и накопленного практического опыта, позволяющих разработать современные теоретические основы создания техники, способной эффективно работать в широком диапазоне изменяющихся условий.

При производстве семенной кукурузы производители обмолачивают початки в стационарных условиях после их предварительной сушки. В России возделывается 6 подвидов кукурузы: сахарная, восковидная, зубовидная, кремнистая, лопающаяся и пленчатая. Початки кукурузы любого подвида характеризуются размерными параметрами, такими как длина, а также наименьший, средний и наибольший диаметр [1]. Кроме того, в пределах одного подвида початки кукурузы могут значительно отличаться по размерам. Поэтому возникает определённая сложность при оптимизации зазоров в молотильной камере обмолачивающего устройства любой конструкции, и как следствие, сложно обеспечить рациональный режим силового воз-

действия на початки при их обмолоде. В результате зерно получает недопустимое количество макро- и микроповреждений, что снижает урожайность растений, проросших из травмированного посевного материала.

Обмолот початков кукурузы, значительно отличающихся по размерам, требует определённой схемы расстановки шипов деки, что в свою очередь определяет зазоры в молотильной камере. Исходя из этого, нами выдвигается следующая научная гипотеза. Рациональную схему расстановки шипов и оптимальные зазоры в молотильной камере можно определить при условии подачи початков на обмолот строго сориентированных в пространстве. Решению некоторых вопросов по ориентированию початков кукурузы в пространстве посвящена данная публикация.

**Объект и методы исследований.** Объектом исследования является процесс ориентирования початков кукурузы в пространстве. В исследовании были использованы методы системного анализа и теории систем, методологические основы бионики, методы математического анализа, статистики и теоретической механики.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Цель исследований – разработка теоретических предпосылок для конструирования рабочих органов ориентирующе-дозировующих устройств, применяемых для подачи початков кукурузы любых размеров на обмолот.

В работе [2] нами предложена конструкция нового молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) с системой ориентированной подачи початков кукурузы на обмолот. В основу конструирования нового МСУ была поставлена задача без нанесения зерну макро- и микроповреждений отделить его от початков, дозированно подаваемых на обмолот параллельно оси ротора.

Конструктивно-технологическая схема нового МСУ представлена на рис. 1. Предложенная конструкция содержит оригинальное ориентирующе-дозировующее устройство элеваторного типа.

Любое свободное твердое тело имеет шесть степеней свободы, возможность поступательных перемещений и вращений вокруг трех взаимно перпендику-

лярных осей. Початок кукурузы здесь не является исключением. Задача ориентирующе-дозировующего устройства заключается в приведении початков в требуемое положение и лишение всех степеней свободы, за исключением той, которая необходима для дальнейшей транспортировки початков в МСУ.

Для ориентирования и дозирования конических тел, к которым можно отнести початки кукурузы, применяют элеваторные ориентирующе-дозировующие устройства [3].

Нами предложена конструкция нового ориентирующе-дозировующего устройства для початков кукурузы элеваторного типа (рис. 2).

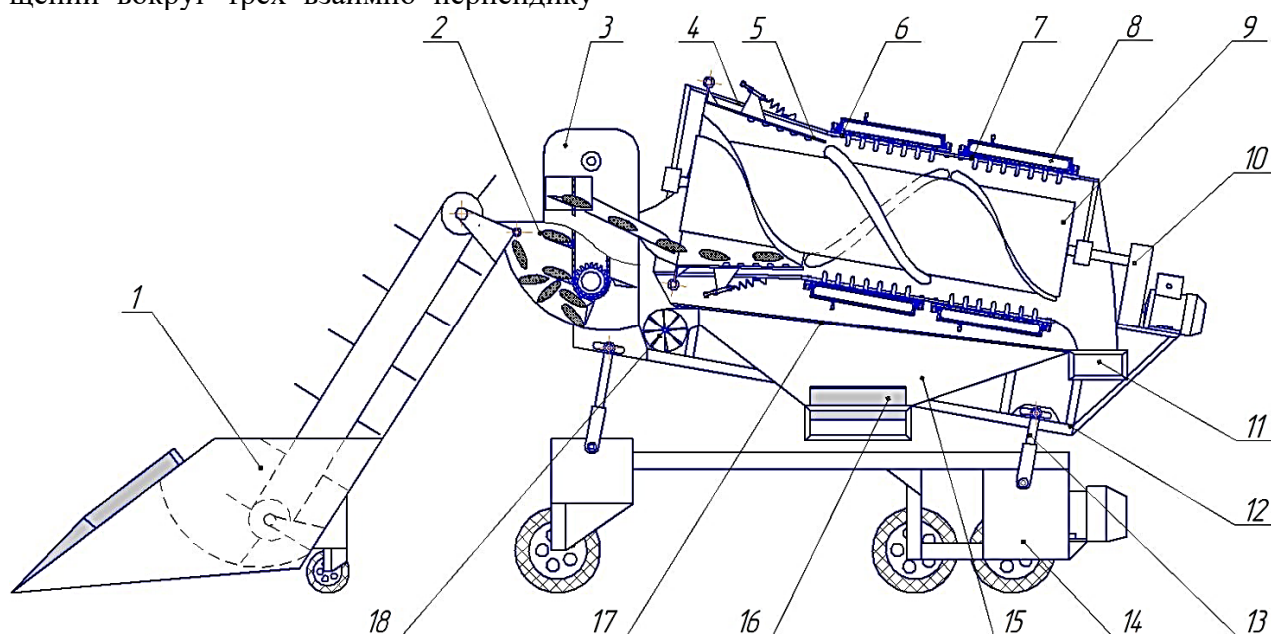
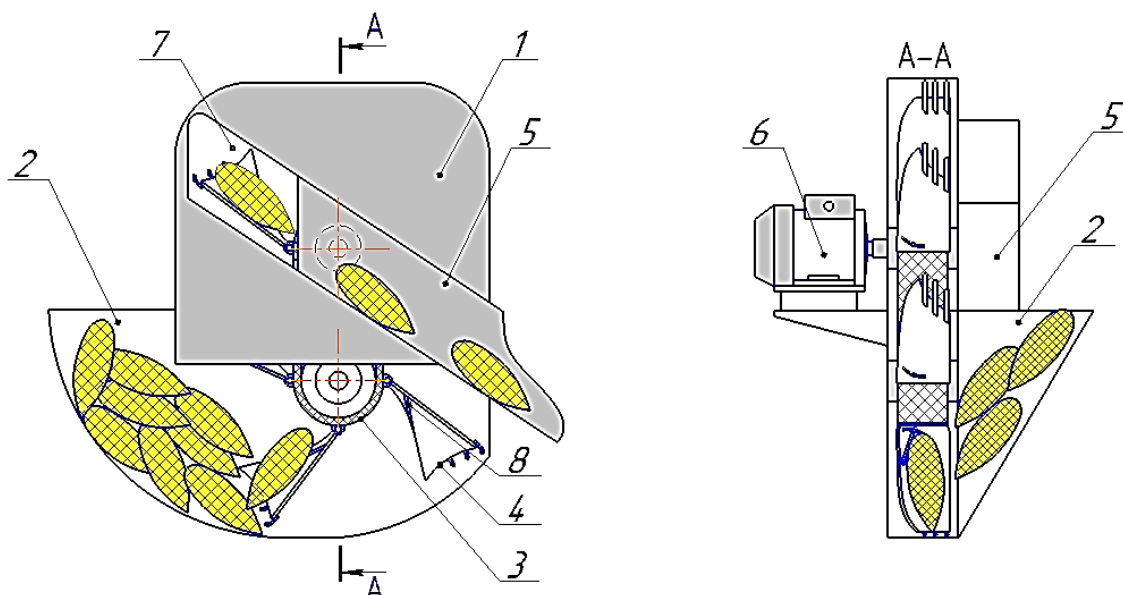


Рис. 1. МСУ для початков семенной кукурузы (RU № 171115)

- 1 – погрузчик; 2 – приёмный бункер; 3 – ориентирующе-дозировующее устройство; 4 – приемная часть деки;  
 5 – разрезной шипованный конус; 6, 7 – цилиндрическая основная и цилиндрическая домолачивающая части деки;  
 8 – пневматические подушки; 9 – ротор; 10 – привод ротора;  
 11 – выгрузная горловина для обмолоченных стержней; 12 – рама; 13 – механизм изменения угла камеры обмолота относительно горизонта; 14 – поворотная ходовая часть с электроприводом;  
 15 – бункер для зерна; 16 – горловина с заслонкой; 17 – сепарирующая часть; 18 – вентилятор



**Рис. 2. Ориентирующе-дозировальное устройство для початков кукурузы**

- 1 – корпус; 2 – накопительный бункер; 3 – приводной тяговый орган;  
 4 – криволинейные лопатки с пальцами; 5 – выгрузной лоток;  
 6 – двигатель; 7 – выгрузное окно; 8 – сбрасывающая пластина

Ориентирующе-дозировальное устройство для початков кукурузы работает следующим образом. Початки загружаются в накопительный бункер 2 форма и наклон стенок которого обеспечивают предварительное ориентирование початков в пространстве, способствующее их эффективному захвату криволинейными лопатками 4, которые двигаются вертикально сквозь несколько слоев початков кукурузы, предварительно сориентированных бункером 2. Все криволинейные лопатки расположены под определенным углом относительно тягового органа 3, что позволяет каждой криволинейной лопатке отделить из массы початков кукурузы один, который в определенный момент оказался в благоприятном для захвата положении. После того как початок кукурузы оказался на поверхности криволинейной лопатки 4, он под действием силы тяжести пытается занять уравновешенное положение, при этом направление реакции на действие силы тяжести изменяется ассиметрично плавной изогнутой стороной лопатки, ее углом наклона относительно тягового органа и углом установки сбрасывающей пластины 8. В данном случае уравновешенное положение – это такое положение, при котором по-









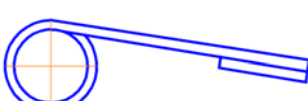



чаток кукурузы сориентировался параллельно прямой стороне криволинейной лопатки. При этом будет обеспечена максимальная площадь контакта початка с ориентирующими поверхностями.

Процесс ориентирования подходит к концу тогда, когда уравновешенный початок кукурузы подается ориентирующим органом в выгрузное окно 7, где снова под действием силы тяжести початок кукурузы соскальзывает с ориентирующего органа и в требуемом положении движется по выгрузному лотку 5.

Ориентирующе-дозировальное устройство работает максимально эффективно, если все лопатки захватывают по одному початку без пропусков. Этому способствует применение захватывающих пальцев на лопатках. Причем конструкция и геометрические пропорции (соотношения длин участков рабочих поверхностей) пальцев ориентирующе-дозировального устройства должны быть научно обоснованы.

Исследованием эффективности пальцев захватывающих механизмов занималась д.т.н. В.Н. Гячева [4]. Классификация пальцев, используемых в захватывающих механизмах, разработанная В.Н. Гячевой, приведена в таблице 1.

Таблица 1. Классификация пальцев захватывающих механизмов

Марка пальца	Вид сбоку	Вид в плане
«А», «Б», «С», «Ж», «Э2», «ПР-602»		
«К»		
«КС»		
«Л»		
«М»		
«ПС»		

Проходя слой початков, пальцы испытывают два основных сопротивления: сопротивление горизонтального внедрения и сопротивление повороту. Для дифференцирования механического воздействия на початки при их захвате из насыпи, расположенной в бункере пальцы целесообразно изготавливать подвижными (подпружиненными). Для обоснования размерных характеристик, формы и кривизны поверхности пальцев целесообразно использовать данные о биологических прототипах [5, 6].

Биологическими прототипами пальцев лопаток ориентирующе-дозировочных устройств для початков кукурузы могут служить конечности насекомых (амбарных вредителей), поскольку они в результате эволюции наиболее долго приспособлявали свои конечности к перемещению по поверхности зерновых материалов и закреплению на них с минимальными потерями энергии. В этом плане особый практический интерес представляет третье звено лапки различных амбарных вредителей, непосредственно контактирующее с зерном.

Анализ биологических прототипов пальцев приведен в таблице 2.

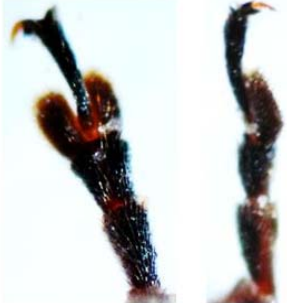
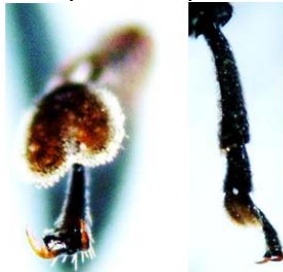

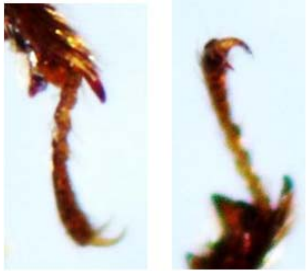
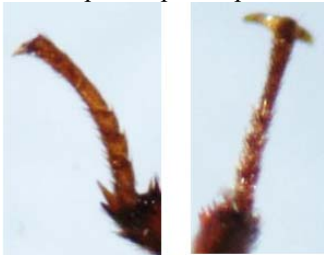
Двойное отношение линейных размеров (Вурф) [5, 6]:

$$W = \frac{(a + b) \cdot (b + c)}{b \cdot (a + b + c)} \quad (1)$$

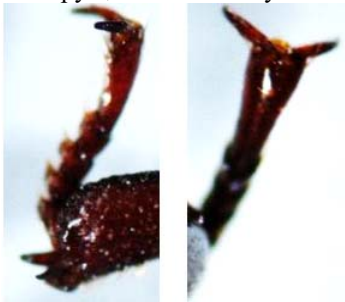

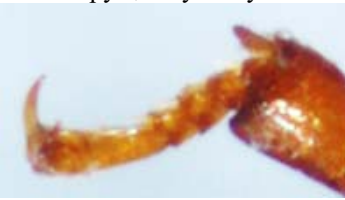
Как видно из таблицы 2, двойное отношение линейных размеров биологических прототипов пальцев лопаток ориентирующе-дозировочных устройств находится в пределах 1,21, а обычная одинарная пропорция общей закономерности не показывает. Кроме того, лапки в качестве наконечника (см. таблицу 1, вид в плане) оснащены когтями, среднее количество когтей 3, причем 2 из них расположены в конце лапки, а третий – в начале 3-го звена. Если перед звеном размером  $b$  (см. примечание в таблице 2) есть опорная поверхность, то в начале 3-го звена лапки коготь отсутствует. Важной особенностью является то, что 3-е звено лапки амбарного вредителя состоит из нескольких подвижных частей.



Таблица 2. Анализ биометрических характеристик 3-го звена лапок амбарных вредителей

Амбарный вредитель	Количество когтей	Опорная поверхность конечности	Количество подвижных частей 3-го звена лапки	Отношение длин когтя к длине 3-го звена лапки	Вурф <i>W</i>
1. Березковый зерноед 	2	Раздвоенная ярко выраженная	4	1:12	1,20
2. Гороховая зерновка 	2	Раздвоенная ярко выраженная	3	1:15	1,20
3. Рисовый долгоносик 	4	Раздвоенная слабо выраженная	4	1:7	1,20
4. Зерновой точильщик 	3	Отсутствует	4	1:7	1,23
5. Трогодерма черная 	4	Отсутствует	4	1:8	1,23

Продолжение таблицы 2

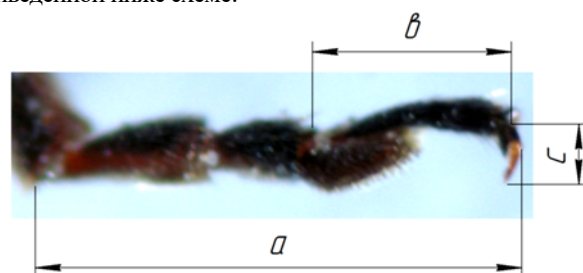
<p>6. Хрущак большой мучной</p> 	3	Отсутствует	5	1:5	1,24
<p>7. Хрущак большой темный</p> 	3	Отсутствует	5	1:6	1,20
<p>8. Хрущак булавоусый</p> 	3	Отсутствует	4	1:5	1,24

Результаты статистической обработки

Среднее значение	3,0	-	4,0	1:8	1,21
Коэффициент вариации, %	25,2	-	15,54	Нет общей закономерности	1,45
Абсолютная ошибка	0,27	-	0,23		0,01
Относительная ошибка, %	8,91	-	5,49		0,51

ПРИМЕЧАНИЕ.

1. При расчете двойного отношения линейных размеров (Вурфа  $W$ ) использовались длины участков лапки амбарного вредителя  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , замеренные по приведенной ниже схеме:



2. Фотографии лапок амбарных вредителей получены в Луганской областной карантинной лаборатории с участием к. с.-х. н., доцента Старченко Светланы Викторовны. Увеличительное оборудование – сертифицированный стереомикроскоп Stemi 2000-C.

Проведенные нами исследования [6] дают основания для следующего научно обоснованного предположения. Рациональная кривизна рабочей поверхности пальцев захватывающих лопаток ориентирующе-дозировочных устройств математически описывается полиномом Бернштейна [6].

Графически полином Бернштейна выражается в виде кривых Безье.

В общем случае кривая Безье – это параметрическая кривая, задаваемая выражением [7]:

$$B(t) = \sum_{i=0}^n P_i \cdot b_{i,n}(t), \quad 0 < t < 1, \quad (2)$$

где  $P_i$  – функция компонент векторов опорных вершин;

$b_{i,n}(t)$  – полином Бернштейна;

$t$  – параметр кривой.

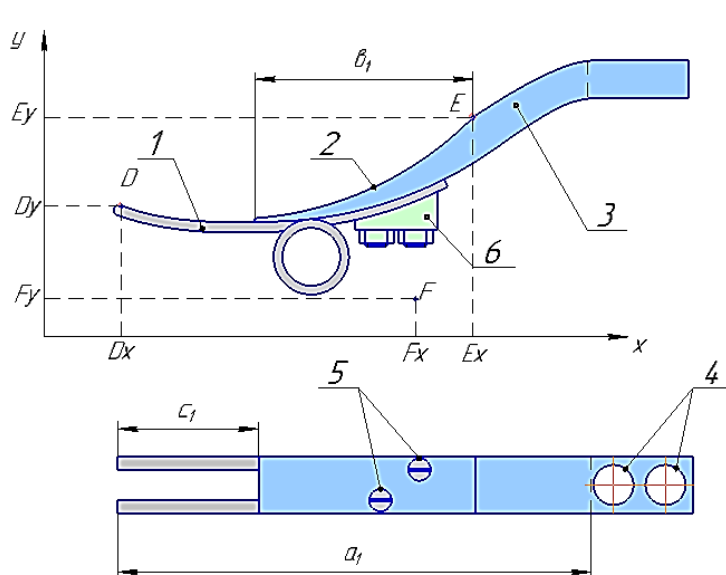
$$b_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i}, \quad (3)$$

где  $n$  – степень полинома;  
 $i$  – номер опорной вершины.

Квадратичная кривая Безье ( $n = 2$  при  $t \in [0, 1]$ ) задаётся 3-мя опорными точками:  $D$ ,  $E$  и  $F$  (рис. 3):

$$\begin{cases} BX(t) = (1-t)^2 \cdot X_D + 2 \cdot t \cdot (1-t) \cdot X_E + t^2 \cdot X_F \\ BY(t) = (1-t)^2 \cdot Y_D + 2 \cdot t \cdot (1-t) \cdot Y_E + t^2 \cdot Y_F. \end{cases} \quad (4)$$

Данные конструктивные особенности биологических прототипов положены в основу конструирования пальцев захватывающих лопаток ориентирующе-дозировочных устройств для початков кукурузы (см. рис. 3).



**Рис. 3. Палец лопатки ориентирующе-дозировочного устройства для початков кукурузы**

- 1 – пружинный наконечник; 2 – плоская часть пальца; 3 – круглая часть пальца;
- 4 – отверстия для крепления к лопаткам; 5 – винты крепления пружинных наконечников;
- 6 – фиксатор пружинных наконечников

По конструкции предложенный палец подобен 3-му звену лапки амбарного вредителя (см. таблицу 2). Палец изогнут в необходимое для эффективного захвата положение. Подобно биологическим прототипам палец снабжен двумя пружинными наконечниками, выполняющими функцию подвижных когтей.

Пройдя насыпь початков в бункере, каждая захватывающая лопатка должна поднимать вверх только один початок. Насыпь початков в бункере является крупнозернистой сыпучей средой. Известно, что рабочий орган любого механизма, проходя сквозь сыпучую среду, формирует впереди идущее уплотненное ядро, которое увеличивает сопротивление перемещению рабочего органа. Уплотненное ядро – это часть объема сыпучей среды с минимальным количеством пор. Следовательно, уплотненное ядро крупнозернистой среды, состоящей из початков кукурузы, представляет

собой перемещающийся в общей массе малый объем початков, обладающий минимальной пористостью. Уплотненное ядро препятствует развороту початков в требуемое для захвата положение. Для того, чтобы початок перевести в необходимое для захвата положение уплотненное ядро необходимо разрушить. Именно эту функцию выполняют пальцы с пружинными наконечниками.

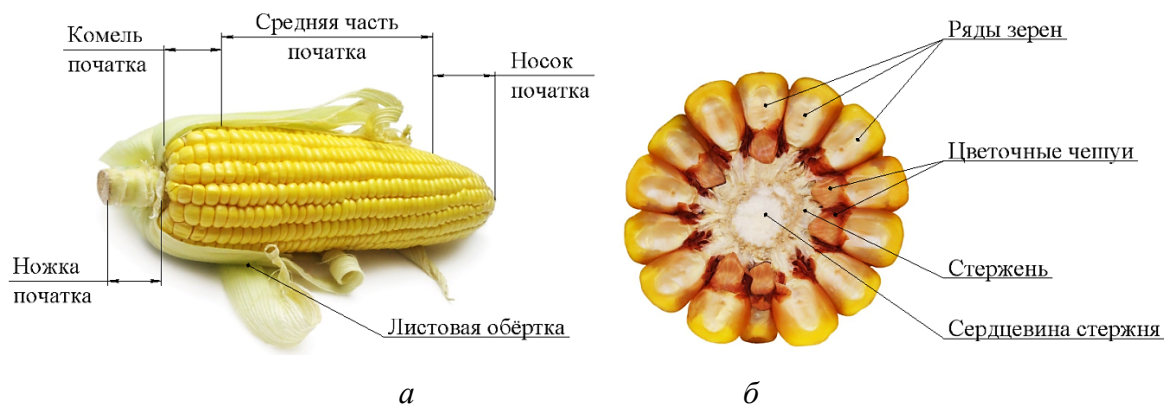
Размерные характеристики захватывающих пластин и пальцев должны быть согласованы с размерами початков кукурузы.

Размеры початков кукурузы оказывают существенное влияние на конструктивные параметры ориентирующе-дозировочных и обмолачивающих машин. Кроме того, они определяют количество рабочих органов и схему их расстановки в той или иной машине. Соответственно размеры початков кукурузы определяют и размеры пальцев, пружинных

наконечников, захватывающих пластин; канала, по которому пластины поднимают початки вверх; выгрузного окна и выгрузного лотка в ориентирующе-дозированном устройстве. Также следует отметить, что початки кукурузы разных подвидов (сахарная, воско-

видная, зубовидная, кремнистая, лопающаяся и пленчатая) значительно отличаются по размерам и форме початков.

Размерные характеристики початков кукурузы некоторых сортов, возделываемых в СНГ, приведены в таблице 3 [1]. Строение початка кукурузы представлено на рис. 4.



*a* – общий вид; *б* – поперечный разрез  
**Рис. 4. Строение початка кукурузы**

**Таблица 3. Размерные характеристики початков кукурузы некоторых сортов (гибридов), возделываемых в СНГ**

Сорт или гибрид	Тип зерна	Длина початка, см	Количество рядов зерен, штук	Среднее значение диаметров початка, мм		
				носок	кочан	средняя часть
Днепропетровский 310 МВ	Кремнисто-зубовидное	20-22	14-16	35	52	43,5
Ушицкий 167 СВ	Кремнисто-зубовидное	18-20	14-16	30	50	40,0
Блиц 160 МВ	Кремнисто-зубовидное	18-20	14-16	30	50	40,0
Харьковский 290 МВ	Кремнисто-зубовидное	20-22	14-16	35	52	43,5
ДКС 2971 (Dekald)	Кремнисто-зубовидное	До 22	14-16	35	52	43,5
ДКС 2949 (Dekald)	Кремнисто-зубовидное	19-22	16-18	35	52	43,5
Слобожанский МВ	Кремнисто-зубовидное	24-25	16-18	34	57	45,5
ОДЛ-1 МВ	Кремнисто-зубовидное	До 25	14-16	34	57	45,5
НС-4015	Зубовидное	30-35	До 16	39	63	51,0
Луганский 287 МВ	Зубовидное	18-20	14-16	37	53	45,0
РОСС 207 МВ	Зубовидное	18-20	14-16	35	53	44,0
Руно 198 СВ	Зубовидное	18-20	16-18	30	52	41,0
Розовский 311 СВ	Зубовидное	16-20	16-18	30	50	40,0
Кадр 267 МВ	Зубовидное	21-23	До 16	30	53	41,5
Берест МВ	Зубовидное	23-25	До 16	30	52	41,0
Дар 347 МВ	Зубовидное	20-22	14-16	36	50	43,0
ДК 291 (Dekald)	Зубовидное	До 20	14-16	35	52	43,5
Евро 301 МВ	Зубовидное	22-24	16-18	30	52	41,0

Продолжение таблицы 3.

ДКС 315 (Dekald)	Зубовидное	До 22	14-16	35	52	43,5
Кремень 200 МВ	Кремнистое	23-24	12-14	30	52	41,0
ЗПТК 256	Кремнистое	До 20	10-12	30	50	40,0
НС-101	Кремнистое	До 25	12-14	31	56	43,5
Джекпот МС	Кремнистое	19-22	14-16	30	50	40,0
Ароматная	Сахарное	16-18	16-18	32	50	44,0
Деликатесная	Сахарное	14-16	12-14	30	50	40,0
Людмила СВ	Сахарное	17,9	14-16	30	48	37,0
Спокуса	Сахарное	16-18	16-18	32	50	44,0
Сюрприз	Сахарное	18-20	12-14	31	51	41,0
Арктур	Сахарное	8	8-14	12	38	33,0
Венилия	Сахарное	18-20	16-18	30	52	41,0
Вулкан	Лопающее	20-22	16-18	29	48	39,0
Гостинец	Лопающее	20-22	18-20	30	50	40,0
Днепровский 929	Лопающее	19-21	16-18	29	48	37,0
Жемчужина степи	Лопающее	18-20	16-18	30	48	39,0

Анализ таблицы 3 показывает, что максимальная длина  $l_n$  и диаметр  $d_n$  початка кукурузы любого подвида составляет 350 мм и 63 мм, соответственно. Данные размеры определяют полную длину и ширину захватывающей пластины, а также размеры захватывающих пальцев.

Приняв рабочую длину пальца равной максимально-возможному диаметру початка 63 мм, на основании знания средней величины двойного отношения линейных размеров конечностей биологических прототипов можно подобрать соответствующую длину наконечника и плоской изогнутой части пальца.

Следовательно, при  $a_1 = 63$  мм и  $W = 1,21$ , получим  $b_1 = 46$  мм и  $c_1 = 20$  мм.

Поскольку захватывающая пластина устанавливается под углом к тяговому органу, можно определить ширину канала, по которому пластины поднимают початки вверх к выгрузному окну.

Угол установки захватывающих пластин определяется условием преодоления сил трения (рис. 5). Статический коэффициент трения  $f_c$  показывает зависимость между нормальной силой давления  $N$  и силой трения  $F_{mp}$  [8–11]:

$$F_{mp} = N \cdot f_c, \tag{5}$$

$$f_c = \operatorname{tg} \beta, \tag{6}$$

где  $\beta$  – угол, при котором початок на наклонной плоскости переходит из состояния покоя в состояние движения,  $\beta = 30,2^\circ$  [8, 9].

Следовательно, для того чтобы початок эффективно соскальзывал с криволи-

нейной лопатки на сбрасывающую пластину необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$F_{mp} < G \cdot \sin \alpha, \tag{7}$$

или

$$N \cdot f_c < m \cdot g \cdot \sin \alpha. \tag{8}$$

Отсюда получается:

$$\sin \alpha > \frac{N \cdot \operatorname{tg} \beta}{m \cdot g}. \tag{9}$$

Поскольку на захватывающей пластине лежит только один початок, то  $N = m \cdot g$ , следовательно:

$$\sin \alpha > \operatorname{tg} \beta \Rightarrow \sin \alpha > 0,582. \tag{10}$$

При определении динамических коэффициентов трения определяется минимально-возможный угол наклона плоскости, при котором початок непрерывно соскальзывает вниз. Нами установлено, что минимально-возможный угол наклона стальной поверхности, при которой початок кукурузы непрерывно соскальзывает вниз, составляет 110% от  $\operatorname{tg} \beta$  [10-13].

Тогда, для эффективного соскальзывания початков с криволинейной лопатки примем  $\sin \alpha = 1,1 \cdot \operatorname{tg} \beta$ , следовательно,  $\sin \alpha = 1,1 \cdot 0,582 = 0,64$ . Откуда  $\alpha = \arcsin 0,64 = 40^\circ$ .

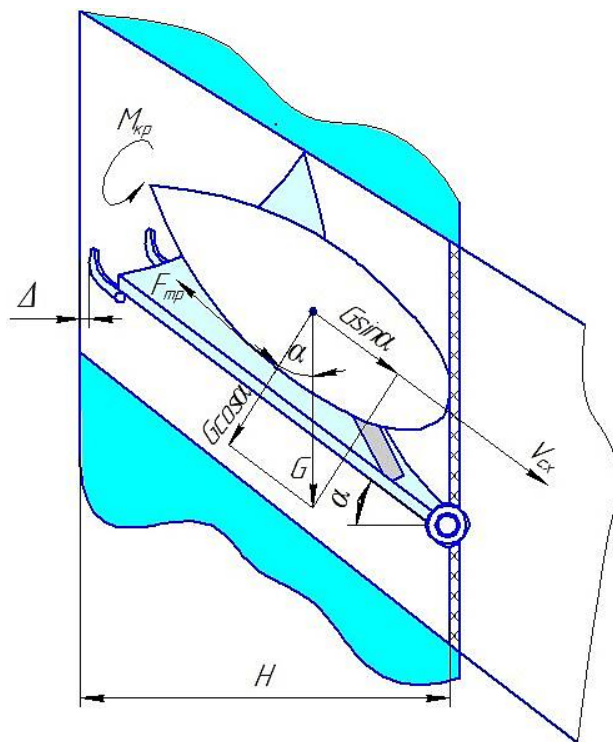


Рис. 5. К определению ширины канала ориентирующе-дозировочного устройства

Из вышеизложенного следует, что ширина канала составляет:

$$H = l_n \cdot \cos \alpha + \Delta, \quad (11)$$

где  $\Delta$  – зазор между пальцами захватывающей пластины и стенкой канала, учитывающий прогиб тягового органа в процессе работы,  $\Delta = 10$  мм.

В результате получим:

$$H = 350 \cdot \cos 40 + 10 = 280 \text{ мм.}$$

Из вышеизложенного следует, что повысить эффективность технологического процесса обмолота початков кукурузы можно путем оптимизации зазоров в молотильной камере аксиально-роторного МСУ.

Оптимизация зазоров в молотильной камере аксиально-роторного МСУ требует подачи початков кукурузы параллельно оси ротора. Осуществить подачу початков кукурузы на обмолот параллельно оси ротора МСУ можно применив ориентирующе-дозировочное загрузочное устройство.

Среди ориентирующе-дозировочных устройств, способных работать с початками кукурузы (коническими телами различных размеров), наиболее эффективными являются элеваторные устройства.

Элеваторное ориентирующе-дозировочное устройство работает максимально эффективно, если все лопатки захватывают по одному початку без пропусков. Этому

способствует применение на лопатках захватывающих пальцев.

Конструкцию и геометрические пропорции (соотношения длин участков рабочих поверхностей) пальцев ориентирующе-дозировочного устройства можно обосновать, анализируя конструктивные особенности их биологических прототипов.

Биологическими прототипами пальцев лопаток ориентирующе-дозировочных устройств для початков кукурузы могут служить конечности насекомых (амбарных вредителей), поскольку они в результате эволюции наиболее долго приспособивали свои конечности к перемещению по поверхности зерновых материалов и закреплению на них с минимальными потерями энергии. В этом плане особый практический интерес представляет третье звено лапки различных амбарных вредителей [14].

Анализ конструкций третьего звена лапки различных амбарных вредителей показал, что их двойное отношение линейных размеров находится в пределах 1,21, а обычная одинарная пропорция общей закономерности не показывает.

Кроме того, лапки в качестве наконечника оснащены когтями, среднее количество когтей 3, причем 2 из них расположены в конце лапки, а третий – в

начале 3-го звена. Данные значения целесообразно заложить в основу конструирования новых пальцев захватывающих пластин предлагаемого ориентирующе-дозировочного устройства.

**Заключение.** Аналитические исследования, проведенные в данной работе, показали, что палец захватывающей лопатки должен иметь криволинейную форму описываемую полиномом Бернштейна. Рабочая длина пальца составляет 63 мм, его плоская изогнутая часть – 46 мм, а пружинный наконечник – 20 мм.

Данные параметры пальца получены на основании двойного отношения

линейных размеров рабочих органов биологических прототипов и размерных характеристик початков кукурузы различных подвидов и сортов, возделываемых в СНГ

Угол установки захватывающей лопатки относительно горизонта должен составлять 40°. Это обеспечивает эффективное соскальзывание початков с криволинейной лопатки в выгрузной лоток, а также позволяет эффективно перемещать початки кукуруз максималльно возможной длины 350 мм по вертикальному каналу с рациональной шириной 280 мм.

### Библиография

1. Капустин С.И., Ковтун Н.В., Капустин А.С. Сортовая технология кукурузы. Луганск: ЛНАУ, 2013. 196 с.
2. Патент на полезную модель № 171115 Российская Федерация, МПК А01F11/06(2006.01). Молотильно-сепарирующее устройство с системой ориентированной подачи початков кукурузы на обмолот / Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. № 2016147797; заявл. 06.12.2016; опубл. 22.05.2017, Бюл. № 15. 9 с. : ил..
3. Усенко Н.А., Бляхеров И.С. Автоматические загрузочно-ориентирующие устройства. М.: Машиностроение, 1984. 112 с.
4. Гячева В.Н. Основы механико-технологической теории подборщиков: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01 / Гячева Вера Николаевна. Барнаул, 1982. 422 с.
5. Петухов С.В. Биомеханика, бионика и симметрия. М.: Наука, 1981. 240 с.
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. Кривые Безье. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Кривые\\_Безье](http://ru.wikipedia.org/wiki/Кривые_Безье).
8. Буянов А.И., Воронюк Б.А. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. (Методы исследования, приборы, характеристики). М.: Колос, 1970. 423 с.
9. Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю. Физико-механические свойства пророщенного зерна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 4. С. 32–33.
10. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Угол естественного откоса початков кукурузы как объекта послеуборочной механической обработки // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 12–16.
11. Брагинцев Н.В., Бахарев Д.Н., Демченко В.Н. К методике исследований некоторых механико-технологических свойств початков и зерна основных подвидов // Научный вестник Луганского национального аграрного университета. 2011. № 29. С. 220–232.
12. Минасян А.Г. Повышения износостойкости рабочих поверхностей валков измельчителей // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 139–144.
13. Пат 2250799 Российская Федерация, МПК7 В01 F3/08. Смеситель жидкостей / Булавин, С.А. Казаков, К.В. Шапошник, А.И. Колесников, А.С.: заявитель и патентообладатель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. - № 2004105898/15; заявл. 27.02.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл. № 12.
14. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Щербатюк М.В. Моделирование пятна контакта зерна кукурузы и шипа деки молотильно-сепарирующего устройства // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Россия, Воронеж, 1-2 ноября 2017 г.). Ч. I. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 75–82.

### References

1. Kapustin S.I., Kovtun N.V., Kapustin A.S. Varietal technology of corn. Lugansk, 2013. 196 p.
2. Patent for utility model No. 171115 Russian Federation, IPC A01F11 / 06 (2006.01). Threshing-separating device with a system of oriented feed of maize cobs for threshing / Volvak S.F., Baharev D.N.; applicant and patent owner of the Belgorod State University. №. 2016147797; claimed. 12/06/2016; publ. May 22, 2017, Bul. № 15. 9 p.

3. Usenko N.A., Blyakherov I.S. Automatic loading-orienting devices. M.: Mashinostroenie, 1984. 112 p.
4. Gyacheva V.N. Fundamentals of the mechanical and technological theory of pick-ups: dissertations Doctor of Technical Sciences: 05.20.01 / Gyacheva Vera Nikolaevna. Barnaul, 1982. 422 p.
5. Petukhov S.V. Biomechanics, bionics and symmetry. Moscow, 1981. 240 p.
6. Baharev D.N., Volvak S.F. 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). Pp. 3-13.
7. Bezier curves. Electronic resource. Access mode [http://ru.wikipedia.org/wiki/Bezier curves](http://ru.wikipedia.org/wiki/Bezier_curves).
8. Buyanov A.I., Voronuk B.A. Physical and mechanical properties of plants, soils and fertilizers. (Methods of research, instruments, characteristics). Moscow, 1970. 423 p.
9. Bulavin S.A., Sayenko Yu.V., Nosulenko A.Yu. Physicomechanical properties of germinated grains // Mechanization and electrification of agriculture. 2012. № 4. Pp. 32-33.
10. Baharev D.N., Volvak S.F. The angle of the natural slope of maize cobs as an object of post-harvest machining // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Actual problems of agroengineering in the 21 century", dedicated to the 30th anniversary of the Department of Technical Mechanics of Machine Design. Maysky: FGBOU VO Belgorod State University, 2018. Pp. 12-16.
11. Braginets N.V., Bakharev D.N., Demchenko V.N. To the technique of studying some mechanical and technological properties of cobs and grain of the main subspecies // Scientific herald of the Lugansk National Agrarian University. 2011. № 29. Pp. 220-232.
12. Minasyan A.G. Increasing wear resistance of working surfaces of grinding rolls // Materials of the International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Agroengineering in the 21st Century", dedicated to the 30th anniversary of the Department of Engineering Mechanics of Machine Design. Maysky: FGBOU VO Belgorod State University, 2018. Pp. 139-144.
13. Pat 2250799 Russian Federation MPK7 B01 F3 / 08. Mixing liquids / Bulavin, S.A. Kazakov, K.V. Shaposhnik, A.I. Kolesnikov, A.S.: applicant and patentee Belgorod State Agricultural Academy. - № 2004105898/15; appl. 27.02.2004; publ. 27.04.2005, Bull. Number 12.
14. Baharev D.N., Volvak S.F., Shcherbatyuk M.V. Simulation of the contact spot of corn grain and the thorn of the deck of the threshing-separating device // The role of agrarian science in the development of the agrarian and industrial complex of the Russian Federation: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 105th anniversary of the FGBOU Voronezh GAU (Russia, Voronezh, November 1-2, 2017). Part I. Voronezh: FGBOU VO Voronezh State University, 2017. Pp. 75-82.

#### Сведения об авторах

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

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

#### Information about authors

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

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



УДК 631.363:636.086.5

*С.В. Вендин, Ю.В. Саенко*

## К РАСЧЁТУ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

**Аннотация.** Современное свиноводство предполагает выращивание высокопродуктивных животных и обеспечение их полноценными кормами, содержащими все необходимые вещества. Как показывает практика, одним из простых, доступных и недорогих способов повышения витаминной полноценности рационов животных является использование пророщенного зерна ячменя. Предложена технология и оборудование для приготовления кормовых смесей с использованием пророщенного зерна. При приготовлении кормовой смеси из сухого комбикорма и пророщенного зерна последнее необходимо измельчить до размеров частиц 0,9-1,4 мм, а затем произвести перемешивание. Пророщенное зерно после сушки представляет собой неоднородную массу, состоящую из зерна, ростков и корешков. Зерно имеет форму эллипсоида и большую массу, а росток имеет меньшую массу, вытянутую по длине и сплюснутую в поперечном сечении форму. Геометрические размеры, плотность и физико-механические свойства самого зерна и ростков неодинаковы, поэтому традиционные способы измельчения зерна не совсем применимы - измельчение пророщенного зерна молотковыми дробилками не позволяет получить нужный результат, т.е. ростки практически не измельчаются. Для эффективного измельчения пророщенного высушенного зерна предлагается конструкция дробилки, в которой дробление зерна осуществляется в дробильной камере молотками, а для резания ростков используется аппарат вторичного измельчения. Для обоснования конструктивных и режимных параметров режущего аппарата вторичного измельчения предложены теоретические модели, учитывающие влияние свойств материала и степени его измельчения на толщину лезвия ножа, угол заточки и угловую скорость ножа. Проведенный численный эксперимент и анализ результатов позволил определить рекомендуемые значения параметров для обеспечения качественных показателей резания высушенного пророщенного зерна.

**Ключевые слова:** пророщенное зерно, измельчение, угловая скорость, угол затачивания, режущая кромка ножа.

## TO CALCULATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF KNIVES FOR MILLING THE PROPELLED GRAIN

**Abstract.** Modern pig production involves the cultivation of highly productive animals and the provision of their full-value feed containing all the necessary substances. As practice shows, one of the simple, affordable and inexpensive ways to increase the vitamin value of animal rations is the use of sprouted grains of barley. The technology and equipment for the preparation of feed mixtures using the germinated grain are proposed. When preparing a feed mixture from dry mixed fodder and sprouted grain, the latter must be crushed to a particle size of 0.9-1.4 mm, and then mixed. Sprouted grain after drying is a heterogeneous mass, consisting of grain, sprouts and rootlets. The grain has the shape of an ellipsoid and a large mass, and the sprout has a smaller mass, elongated along its length and oblate in cross section. The geometric dimensions, density and physical and mechanical properties of the grain and sprouts are not the same, therefore traditional methods of grain refinement are not entirely applicable - crushing of sprouted grain with hammer crushers does not allow to obtain the desired result, i.e. sprouts are practically not crushed. To effectively grind the germinated dried grain, a crusher is proposed in which the crushing of the grain is carried out in the grinding chamber by hammers, and for the cutting of the shoots, a secondary grinding apparatus is used. To substantiate the design and operating parameters of the secondary milling cutter, theoretical models are proposed that take into account the influence of material properties and the degree of its grinding on the thickness of the blade of the knife, the angle of sharpening and the angular velocity of the knife. The numerical experiment and analysis of the results allowed to determine the recommended values of the parameters for ensuring the quality parameters of cutting of the dried sprouted grain.

**Keywords:** sprouted grain, grinding, angular velocity, angle of sharpening, cutting edge of knife.

**Введение.** Развитию животноводства и устойчивому росту отраслей агропромышленного комплекса России в последнее время уделяется большое внимание. С этой целью Министерством сельского хозяйства Российской Федерации издан приказ «Об утверждении стратегии развития мясного животноводства в Российской Федерации до 2020 года» и принято постановление Правительства Российской

Федерации «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы».

Свиноводство - важная отрасль сельскохозяйственного производства и один из основных поставщиков мяса для населения, и сырья для перерабатывающей промышленности.

В настоящее время развито свиноводство на промышленной основе с безвыгульным содержанием свиней при скормлинии комбикормов.

В условиях промышленной технологии выращивания свиней существенно возрастает потребность в макро-микроэлементах и витаминах.

На свиноводческих комплексах круглый год животных содержат безвыгульно и выдают им только комбикорма. В этом случае у животных возникает недостаток в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах [1, 2, 3]. Недостаток указанных питательных веществ способствует снижению физического развития поросят, у свиноматок и хряков ухудшаются репродуктивные функции, а это снижает эффективность производства свинины [3]. Устранить указанный недостаток можно, если добавлять в комбикорм животным пророщенное зерно ячменя [1].

Согласно существующей технологии раздачи корма комбикорма на свиноводческий комплекс доставляют непосредственно с заводов, затем выгружают их в бункер для сухих кормов. Из бункера сухой комбикорм спиральным транспортером подают в бункер-накопитель, расположенный в помещении. Затем комбикорм с помощью тросово-шайбового транспортера, поступает в дозаторы и в кормушки.

Для наилучшего использования питательных веществ и витаминов рекомендуется проращивать зерно до величины ростков 1,5...2 см [1, 3], затем высушить до влажности 12...14% и измельчить в дробилке [4] до размеров частиц 1...1,4 мм [5]. После чего пророщенное, высушенное и измельченное зерно поступает в спиральный транспортер, в котором происходит его перемешивание с комбикормом [6].

Высушенное пророщенное зерно представляет собой неоднородную массу (геометрические размеры и плотность самого зерна и ростков неодинаковы). Поэтому для его измельчения необходимо использовать рабочие органы различных видов, например, молотки и ножи.

Пророщенное зерно в комбикорм можно добавлять на комбикормовом заводе, но при этом необходимо учитывать

особенности технологии проращивания. Пророщенное зерно можно измельчать на дробилке КДУ-2 у которой в нижней части шлюзового затвора установлен аппарат вторичного измельчения. Он представляет собой вал с жестко установленными ножами [7].

При измельчении пророщенного зерна необходимо учитывать его физические свойства и то, что оно представляет собой неоднородную массу, состоящую из твердой зерновки и мягкого ростка.

#### **Объект и методика исследований.**

С целью обеспечения эффективности измельчения материала, имеющего неодинаковые физико-механические параметры и геометрическую форму, от начальной до конечной (заданной) крупности, процесс осуществляется, как правило, в несколько этапов с последовательным переходом от дробления к резанию [8]. Поэтому измельчение пророщенного зерна целесообразно осуществлять последовательно несколькими типами рабочих органов. Каждый отдельный тип измельчающих органов выполняет свою часть общего процесса, называемую ступенью измельчения.

Нами предложена конструкция дробилки, которая позволяет обеспечить высокий процент измельчения частиц пророщенного зерна за счет применения двухступенчатого измельчения – сначала молотками в дробильной камере, а затем ножами режущего аппарата (RU 2493918).

Дробилка для измельчения пророщенного зерна имеет два аппарата измельчения (первичного и вторичного измельчения). Конструктивная схема дробилки [4] представлена на рисунке 1 и работает следующим образом. В загрузочный бункер 1 загружают пророщенное высушенное зерно с ростками и корешками.

Через отверстие в нижней части загрузочного бункера 1 пророщенное высушенное зерно с ростками и корешками падает в магнитный сепаратор 2, где отделяют металлические примеси от пророщенного высушенного зерна с ростками и корешками, затем зерно с ростками и корешками подают в дробильную камеру 3.

В дробильной камере 3 пророщенное высушенное зерно с ростками и корешками взаимодействует с подвижными молотками 6 и неподвижной декой 7 и решетки

том. Молотками 6 дробят само пророщенное высушенное зерно. Затем массу пропускают сквозь отверстия решета и подают в полость для предварительно измельченного материала 8.

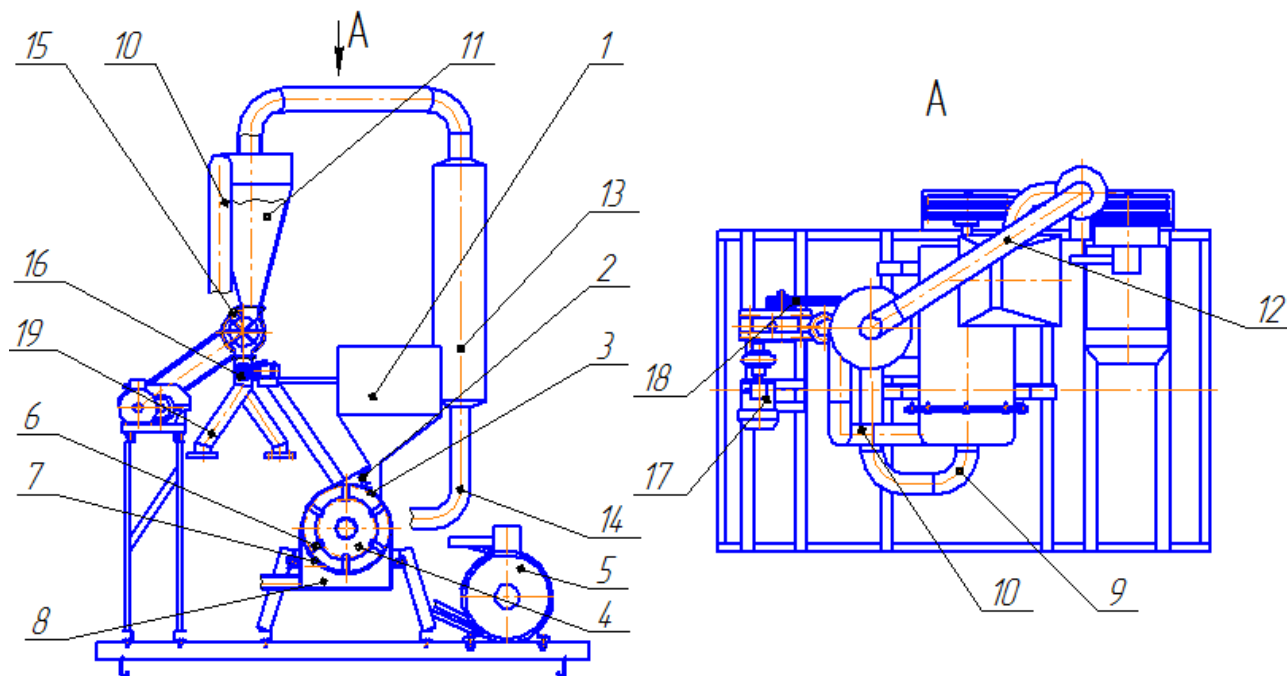


Рис. 1. Дробилка для измельчения пророщенного зерна

1 - загрузочный бункер; 2 - магнитный сепаратор; 3 - дробильная камера; 4 - дробильный барабан; 5 - электродвигатель; 6 - молоток; 7 - дека; 8 - полость для предварительно измельченного материала; 9 - всасывающий трубопровод; 10 - нагнетательный трубопровод; 11 - циклон; 12 - обратный трубопровод; 13 - фильтровальный рукав; 14 - возвратный трубопровод; 15 - шлюзовой затвор; 16 - аппарат вторичного измельчения; 17 - электродвигатель; 18 - ременная передача; 19 – раструб (RU 2493918)

При помощи крыльчатки вентилятора создают разрежение в полости для предварительно измельченного материала 8 и, посредством всасывающего трубопровода 9, перемещают пророщенное высушенное предварительно измельченное зерно с ростками и корешками внутрь кожуха крыльчатки вентилятора. Крыльчаткой вентилятора создают избыточное давление и пророщенное высушенное предварительно измельченное зерно с ростками и корешками подают в нагнетательный патрубок, далее в нагнетательный трубопровод 10. Затем пророщенное высушенное предварительно измельченное зерно с ростками и корешками подают в циклон 11. В циклоне 11 пророщенную высушенную предварительно измельченную массу отделяют от воздуха и пыли. Воздух и пыль за счёт обратного трубопровода 12 подают в

фильтровальный рукав 13, где задерживают пыль, при этом очищенный от пыли воздух, с помощью возвратного трубопровода 14, подают в дробильную камеру 3.

После этого предварительно измельченное зерно, с ростками и корешками, направляют в аппарат вторичного измельчения 16. В результате взаимодействия пророщенного высушенного предварительно измельченного зерна, с ростками и корешками, с подвижными ножами происходит полное измельчение зерна, в том числе ростков и корешков. Затем, под действием сил гравитации, через раструб 19 измельченное зерно, с измельченными ростками и корешками, подают на дальнейшие технологические операции.

Общая методика исследований предусматривала несколько этапов:

1. Теоретические исследования процесса и численный эксперимент на основе аналитических математических моделей.

2. Экспериментальные исследования процесса измельчения пророщенного зерна.

В основу теоретических исследований была положена теория резания В.П. Горячкина и законы кинематики процесса резания.

Экспериментальные исследования проводились с использованием экспериментального оборудования и на основе планирования многофакторного эксперимента. Согласно принятой методике пророщенное зерно измельчали на молотковой дробилке, представленной на рисунке 2, а затем загружали в измельчитель, представленный на рисунке 3. Для обеспечения рабочего процесса в измельчителе реализовано бесподпорное резание материала жестко установленными на валу ножами.



**Рис. 2. Установка дробильная**

1 - бункер; 2 - заслонка; 3 - крепление; 4 - дробильная камера; 5 - поддон;  
6 - рама; 7 - электродвигатель.

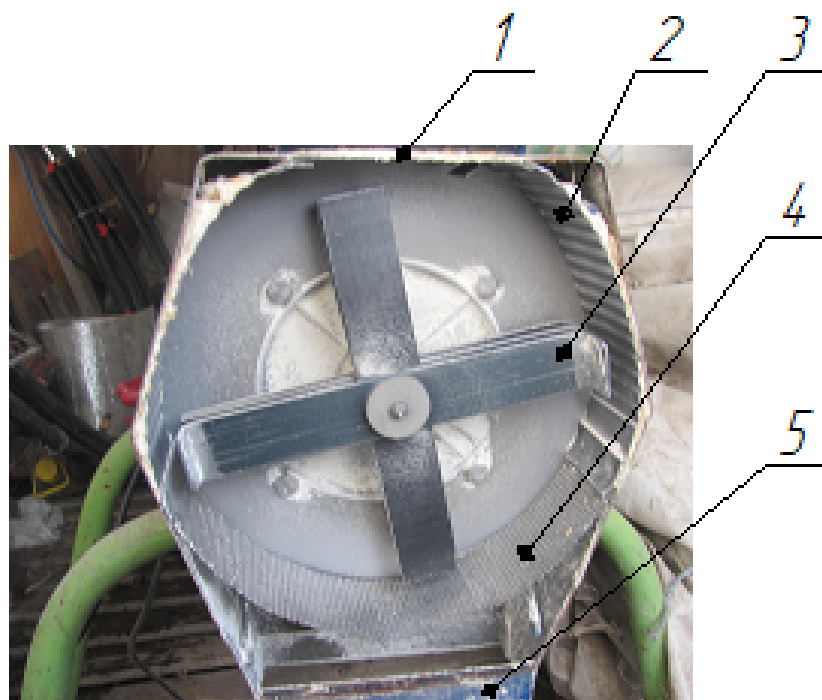


Рис. 3. Измельчитель с жестко установленными ножами

1 - горловина загрузочная; 2 - дека; 3 - нож; 4 - решето; 5 - раструб выгрузной.

При оценке эффективности резания учитывали скорость резания и геометрию ножа (режущей кромки).

**Теоретические исследования процесса резания.** Дробление зерна в научной литературе изучено довольно подробно, поэтому рассмотрим процесс резания ростков.

Известно, что измельчение стебельной массы в большинстве случаев осуществляется резанием [8, 9]. Согласно теории В.П. Горячкина, полная работа  $A_{полн}$  (Дж), затрачиваемая на резание, является результатом затрат энергии на сжатие продукта лезвием ножа  $A_{сж}$  и на полезную работу  $A_{п}$  [8, 10]:

$$A_{полн} = A_{сж} + A_{п} \quad (1)$$

где  $A_{сж}$  - энергия затраченная на сжатие продукта лезвием ножа, Дж;

$A_{п}$  - энергия затраченная на полезную работу, Дж.

Если принять лезвие ножа прямоугольной формы, то согласно рисунку 1, составляющие равенства (1), при резании

слоя материала, могут быть представлены следующим образом.

Работа на сжатие определяется по формуле:

$$A_{сж} = l\delta\sigma_{сж}, \quad (2)$$

где  $l$  - длина слоя материала вдоль лезвия ножа, м;

$\delta$  - заданная толщина режущей кромки ножа, м;

$\sigma$  - допустимое напряжение на сжатие, Па;  
 $h_{сж}$  - высота слоя сжатия, м.

Полезная работа на резание может быть определена:

$$A_{п} = l(h - h_{сж})\tau(h - h_{сж}), \quad (3)$$

где  $\tau$  - допустимое напряжение на срез, Па;  
 $h$  - первоначальная высота слоя, м.

С учетом (1), (2), (3) получаем:

$$A_{\text{полн}} = l\delta\sigma h_{\text{сж}} + l(h - h_{\text{сж}})^2 \tau, \quad (4)$$

Оптимальные условия резания будут формироваться при условии, что полная работа, затраченная на резание стремится к минимуму.

Расчетная схема процесса резания представлена на рисунке 4.

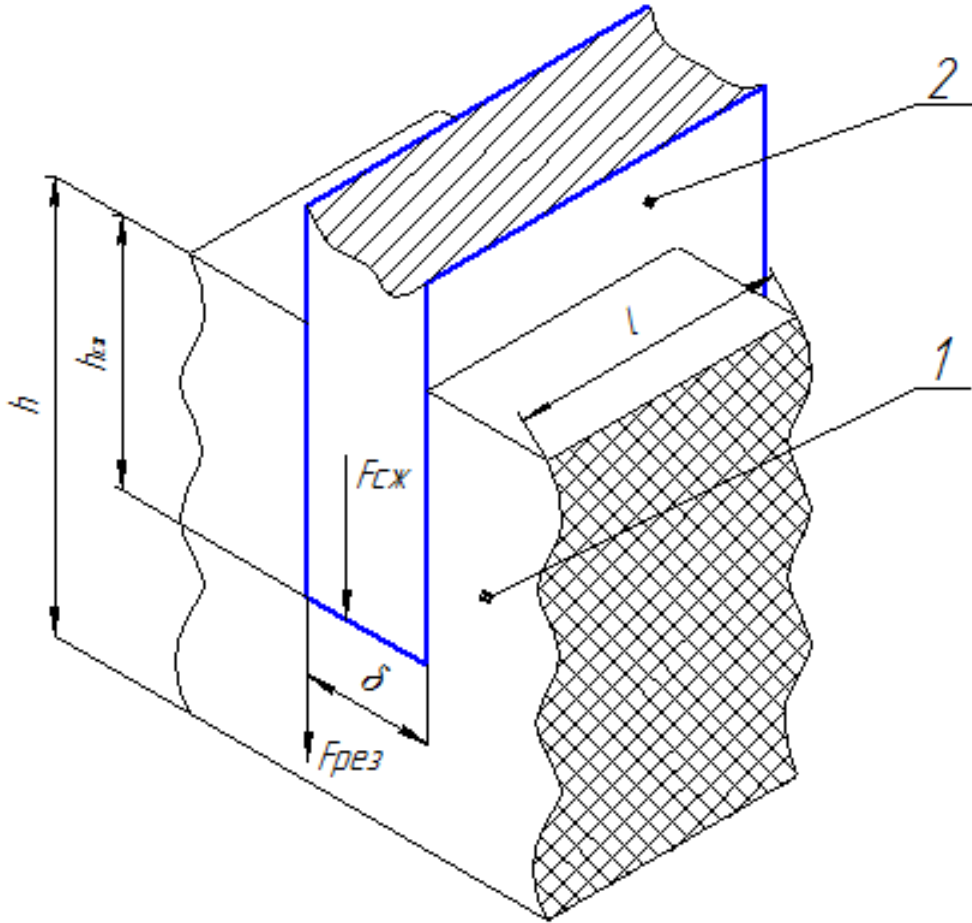


Рис. 4. Расчетная схема процесса резания

1 - материал; 2 – нож; h - первоначальная высота слоя, м; h<sub>сж</sub> - высота слоя сжатия, м;  
 delta - толщина лезвия ножа, м; l - длина слоя материала вдоль лезвия ножа, м;  
 F<sub>рез</sub> - нормально направленная сила резания, Н;

Принимая во внимание, что затраты энергии при резании будут зависеть от сте-

пени сжатия материала (высоты сжимаемого слоя h<sub>сж</sub>), то теоретический минимум для A<sub>полн</sub> находится из условия:

$$A'_{\text{min}}(h_{\text{сж}}) = 0, \quad (5)$$

или

$$l\delta\sigma - 2l(h - h_{\text{сж}})\tau = 0. \quad (6)$$

В этом случае, получаем условие выбора оптимальной толщины лезвия ножа:

$$\delta = 2(h - h_{\text{сж}}) \frac{\tau}{\sigma}, \quad (7)$$

или

$$\delta = 2h \left( 1 - \frac{h_{сж}}{h} \right) \frac{\tau}{\sigma}. \quad (8)$$

С учётом полученного соотношения (8) были проведены численные расчеты влияния толщины слоя сжатия на толщину лезвия ножа.

На рисунке 5 представлена качественная зависимость толщины лезвия ножа от высоты сжимаемого слоя при значениях:  $\tau = 0,8$  МПа;  $\sigma = 30$  МПа;  $h = 2 \times 10^{-3}$  м.

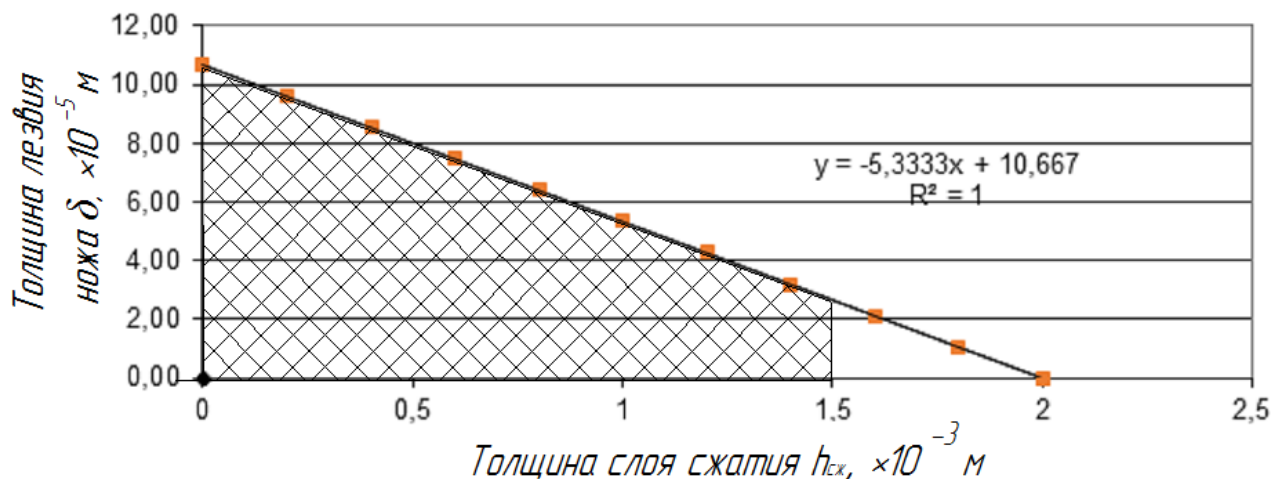


Рис. 5. Качественная зависимость толщины лезвия ножа от высоты сжимаемого слоя

Анализ показывает, что при увеличении толщины слоя сжатия  $h_{сж}$  от 0 до 1,5 мм толщина лезвия ножа  $\delta$  уменьшается с 0,00011 м до 0,000027 м.

На практике обеспечить достаточно малую толщину лезвия довольно трудно, но для этого применяют заточку кромки лезвия ножа. В нашем случае толщина кромки

лезвия ножа должна быть не более 100 мкм для несжимаемого материала.

Одной из основных характеристик ножа является угол заточки. Схема для определения угла представлена на рисунке 6.

Тангенс угла заточки  $\gamma$  определяется из выражения:

$$tg\gamma = \frac{y_3}{z_3}, \quad (9)$$

Если принять длину заточки лезвия  $z_3$  равной двойной толщине срезаемого слоя ( $z_3 = 2h_{сл}$ ) получится:

$$tg\gamma = \frac{\Delta - \delta}{2h}, \quad (10)$$

$h$  - первоначальная высота слоя, м.

где  $y_3$  - толщина стачиваемого слоя у кромки лезвия ножа, м;  
 $z_3$  - длина заточки лезвия ножа, м.

где  $\Delta$  - толщина лезвия ножа, м;  
 $\delta$  - заданная толщина режущей кромки ножа, м;

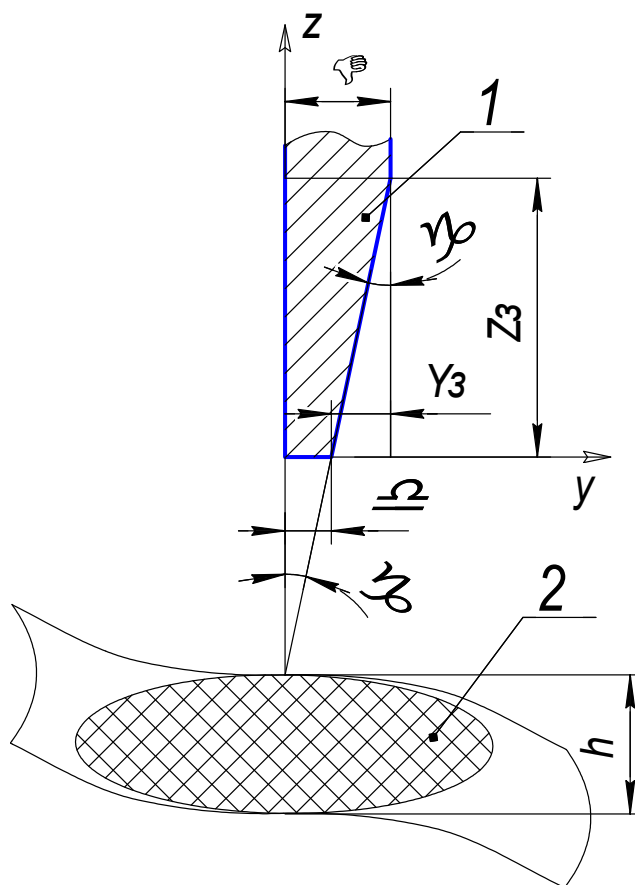


Рис. 6 - Схема для определения угла заточки ножа

1 - нож; 2 - росток зерна;  $z_3$  - длина заточки лезвия ножа, м;  $y_3$  - толщина стачиваемого слоя у кромки лезвия ножа, м;  $h$  - первоначальная высота слоя;  $\Delta$  - толщина лезвия ножа, м;  $\delta$  - заданная толщина режущей кромки ножа, м;  $\gamma$  - угол заточки ножа, град;

Угол заточки ножа определим по формуле:

$$\gamma = \arctg \frac{\Delta - \delta}{2h}, \tag{11}$$

Расчеты показывают, что при  $\Delta = 0,002$  м;  $\delta = 20 \times 10^{-6}$  м;  $h = 0,004$  м; угол  $\gamma$  заточки ножа составит  $14^0 \dots 17^0$ .

В целом, можно заключить, что для измельчения ростков пророщенного зерна до необходимых геометрических размеров наиболее подходящей является схема молотковой дробилки, в которой выполнены два аппарата измельчения. Дробильный барабан необходим для измельчения зерна, а режущий аппарат с вращающимися ножами предназначен для измельчения ростков и корешков пророщенного зерна.

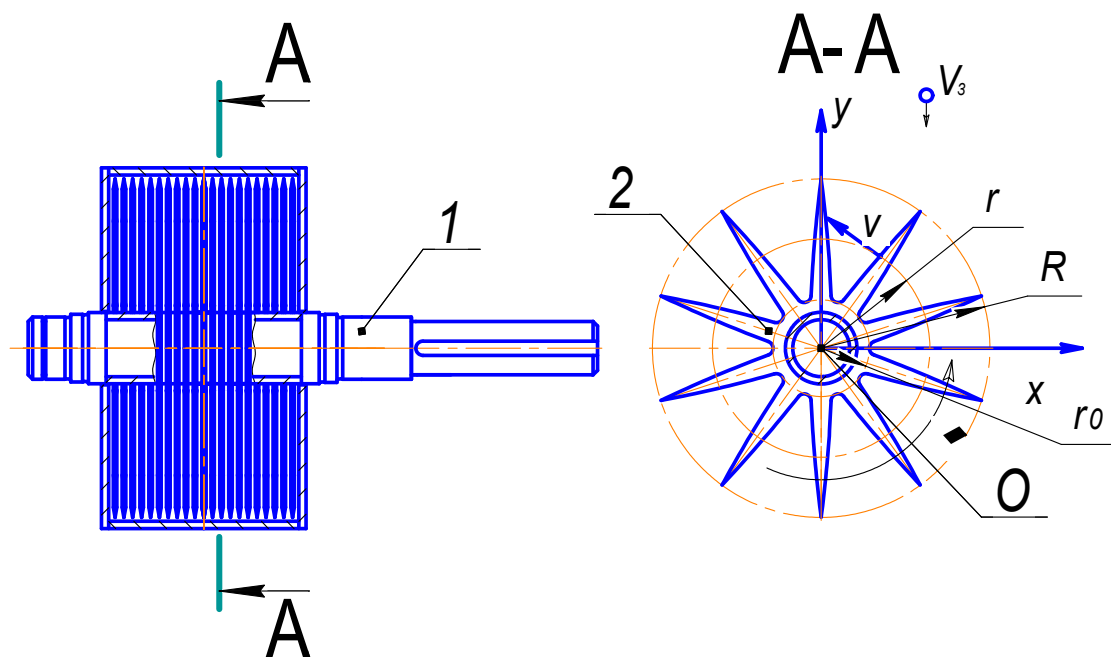
Эффективность процесса измельчения будет зависеть от прочностных свойств

материала, а также от конструктивных и кинематических параметров измельчающего аппарата (геометрических размеров и угловой скорости ножей).

Схема работы режущего аппарата вторичного измельчения показана на рис. 7.

Для теоретического обоснования угловой скорости ножей сделаем некоторые допущения. В аппарат вторичного измельчения движется пророщенное зерно со скоростью  $V_3$ , м/с;  $R$  - максимальный радиус ножа, м;  $r$  - текущий радиус взаимодействия ножа и измельчаемого материала, м;  $r_0$  - минимальный радиус резания ножа, м;  $\omega$  - угловая скорость ножа, обеспечивающая процесс резания,  $c^{-1}$ .





1 - вал; 2-нож

Рис. 7. Кинематическая схема аппарата вторичного измельчения

Кинематика процесса режущего аппарата вторичного измельчения была рассмотрена в работе [8]. Наибольший интерес для практики представляет оценка влияния

угловой скорости ножей на степень измельчения материала. Для нашего случая эта зависимость определяется выражением:

$$\omega = \frac{(R - r_0)(V_{\text{РАЗР}} - V_3)}{R(r - r_0)} + \frac{V_3}{R}, \quad (12)$$

где  $R$  - радиус наружной точки режущей кромки, м;  $V_3$  - поступательная скорость частиц пророщенного зерна, входящих в аппарат вторичного измельчения, м/с;  $r_0$  - минимальный радиус ножа, м;  $r$  - радиус внутренней точки режущей кромки

ножа, м;  $V_{\text{РАЗР}}$  - разрушающая скорость ножа, м/с.

Разрушающая скорость ножа для измельчения пророщенного зерна может быть определена из выражения:

$$v_{\text{РАЗР}} = \sqrt{k_d \sigma_{\text{РАЗР}} \ln \lambda / \rho}, \quad (13)$$

где  $k_d$  - коэффициент динамичности;  $\sigma_{\text{РАЗР}}$  - предел усилия на разрыв, Па;  $\rho$  - плотность пророщенного зерна, кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda$  - степень измельчения ( $\lambda = L/l$ , где  $L$  - размер пророщенного зерна до измельчения, м;  $l$  - размер пророщенного зерна после измельчения, м).

На основе уравнений (12)-(13) был проведен анализ зависимости угловой скорости ножа  $\omega$  от степени измельчения материала  $\lambda$ .

На рисунок 8 представлены расчетные значения  $\omega$  при различных значениях максимального радиуса ножа  $R$ . Расчеты

проводились при следующих значениях параметров:  $r_0$  - минимальный радиус ножа,  $3 \times 10^{-2}$  м;  $r$  - текущий радиус взаимодействия ножа и измельчаемого материала, 0,055 м;  $\sigma_{\text{РАЗР}}$  - предел усилия на разрыв,  $6 \times 10^3$  Па;  $L$  - длина ростка пророщенного зерна, 0,032 м;  $l$  - длина неизмельченной части ростка пророщенного зерна (после процесса измельчения), 0,0015 - 0,004 м;  $\rho$  - плотность пророщенного зерна, 585 кг/м<sup>3</sup>;  $V_3$  - поступательная скорость частиц пророщенного зерна, входящих в аппарат вторичного измельчения, 0,15 м/с;  $k_d$  - коэффициент динамичности, 1,6 [8]. Максимальный радиус ножа  $R$  изменялся в пределах от  $7,5 \times 10^{-2}$  до  $12 \times 10^{-2}$  м.

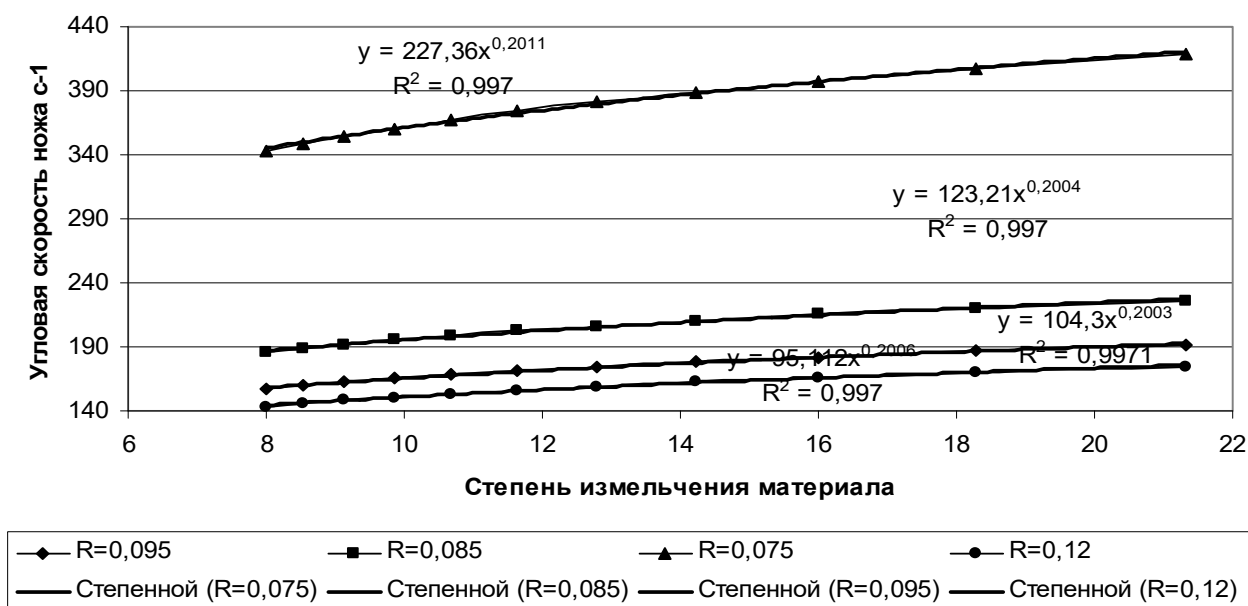


Рис. 8. Зависимость степени измельчения пророщенного зерна от угловой скорости ножа

Анализ полученных зависимостей показывает, что с увеличением степени измельчения пророщенного зерна с 8 до 21,33 единиц угловая скорость ножей, обеспечивающая резание материала, возрастает с 157,35 до 191,42 с<sup>-1</sup>. Это можно объяснить тем, что в камере измельчения происходит бесподпорное резание ростков, которое возможно за счет движущегося с высокой угловой скоростью ножа, взаимодействующего с ростком. При этом росток должен обладать необходимой упругостью и массой. Согласно полученным результатам, для уменьшения конечных размеров частиц необходимо повышать угловую скорость ножей, так как после некоторой длины частиц ростка дальнейшее их взаимодействие с ножом будет приводить не к перерезанию, а к отбрасыванию.

Расчеты показывают, что при начальной длине ростка пророщенного зерна 0,0032 м, с измельчением до размеров частиц 0,0015 м, угловая скорость ножа должна составлять  $\omega=191,42$  с<sup>-1</sup> или  $n = 1828$  мин<sup>-1</sup>. Это следует учитывать при выборе размеров ножей и их привода. Для обеспечения степени измельчения материала 8 единиц при максимальном радиусе ножа  $7,5 \times 10^{-2}$  м угловая скорость ножа должна составлять  $\omega=343$  с<sup>-1</sup>, а при максимальном радиусе ножа  $12 \times 10^{-2}$  м угловая скорость ножа должна составлять  $\omega=143$  с<sup>-1</sup>.

Заметим, что полученные выше теоретические результаты предполагают однократное взаимодействие ножа с измельчаемым материалом. В тоже время на измельчающем барабане может быть установлено несколько ножей, что повысит эффективность измельчения.

**Экспериментальные исследования процесса измельчения пророщенного зерна.** Экспериментальные исследования проводились с целью проверки основных теоретических положений и определения оптимальных значений конструктивно-режимных параметров дробилки пророщенного зерна. При этом ножи для аппарата вторичного измельчения были изготовлены с учётом полученных аналитических выражений (1)-(11).

Известно, что для определения режимных параметров процесса резания необходимо учитывать конструктивные параметры аппарата измельчения с механическими свойствами измельчаемого продукта.

При проведении экспериментальных исследований использовали несколько дробилок (рисунки 2, 3): с шарнирно закрепленными молотками, с жестко закрепленными ножами.

В качестве критерия эффективности измельчения был принят один параметр:  $v_{\text{проц}}$  - процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм.

В таблице 1 представлены значения факторов, влияющих на процент измель-

ченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, после аппарата первичного измельчения.

**Таблица 1. Факторы, влияющие на процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, после аппарата первичного измельчения**

Обозначение	Наименование фактора	Уровни варьирования факторов		
		-1	0	+1
X <sub>1</sub>	Угловая скорость дробильного барабана, ω <sub>б</sub> с <sup>-1</sup>	157	246	335
X <sub>2</sub>	Толщина молотка, h <sub>м</sub> м;	0,002	0,003	0,004
X <sub>3</sub>	Диаметр барабана, D <sub>б</sub> м;	0,35	0,45	0,55

Для проведения полного факторного эксперимента применяли матрицу планирования 3<sup>3</sup>. Настройку режимных параметров осуществляли в соответствии с матрицей планирования. Изменение независимых факторов выполняли согласно некомпозиционного плана второго порядка Бокса-Бенкина.

В таблице 2 приведены значения факторов, влияющих на процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, после аппарата вторичного измельчения.

**Таблица 2. Факторы, влияющие на процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, после аппарата вторичного измельчения**

Обозначение	Наименование фактора	Уровни варьирования факторов		
		-1	0	+1
X <sub>1</sub>	Острота лезвия ножа, b <sub>н</sub> мкм	20	70	120
X <sub>2</sub>	Максимальный радиус ножа, R <sub>н</sub> м	0,08	0,09	0,1
X <sub>3</sub>	Угловая скорость ножа, ω <sub>ср</sub> с <sup>-1</sup>	140	190	240

Экспериментальные исследования проводились с целью определения оптимальных параметров измельчителя.

В качестве критерия оптимизации принимали один параметр:

v<sub>проц</sub> - процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм.

Задача оптимизации параметров состоит в нахождении значений параметров, при которых достигаются условия наибольшей однородности измельченной массы пророщенного зерна.

Перед измельчением пророщенное зерно высушивается до влажности 14-15%. Затем подается в дробильную камеру, в которой измельчается молотками и в камеру вторичного измельчения, где происходит резание ростков.

Необходимо учитывать, что в аппарат вторичного измельчения пророщенное зерно подается с помощью воздушного потока, который создает дробильный барабан.

Были проведены экспериментальные исследования процесса измельчения пророщенного зерна. В исследовании использовался полный факторный эксперимент. При планировании полного факторного эксперимента задавались матрицей планирования, для учета всех возможных комбинаций факторов.

С помощью программы «Microsoft Excel» были определены численные значения коэффициентов уравнения регрессии.

Обработка результатов экспериментальных исследований, в соответствии с планом таблицы 1, позволила получить уравнения регрессии, учитывающее влияние воздействующих факторов на процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм после аппарата первичного измельчения v<sub>проц</sub> 1, %. Уравнение регрессии в натуральных значениях факторов имеет вид:

$$v_{\text{ПРОЦ } 1} = 19,17 + 0,47\omega_6 - 3380,41h_M + 8,9D_6 - 0,00064\omega_6^2 - 11,91\omega_6h_M - 0,092\omega_6 D_6 + 169829,16h_M^2 + 7877,8h_M D_6 - 14,36D_6^2, \quad (14)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения регрессии составляет  $R=87,31\%$ .

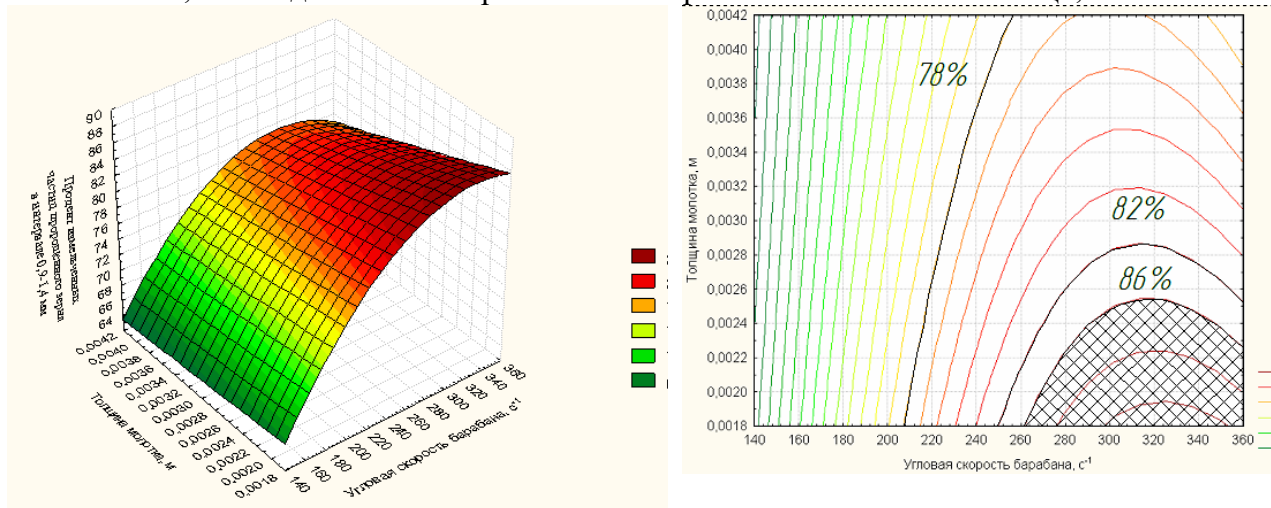
Полученная математическая модель была подвергнута проверке по критерию Фишера  $F_p = 8,4 > F_{\text{ТАБЛ}} = 2,95$ . Сравнение расчетного и табличного критерия Фишера показало адекватность полученной математической модели, значимость их коэффициентов и достоверность проведенных исследований.

Анализ уравнения регрессии (14) показал, что наибольший процент измельченных в аппарате первичного измельчения частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, в области исследуемых факторов, составляет 80,55% и достигается при:  $\omega_6 -$

угловой скорости дробильного барабана, 260-265  $\text{с}^{-1}$ ;  $h_M$  - толщине молотка, 0,002-0,003 м; диаметре барабана, 0,5-0,53 м.

На рисунке 9 представлена поверхность отклика процента измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм после аппарата первичного измельчения от угловой скорости дробильного барабана и толщины молотка при постоянных значениях  $D_6$ , и ее двумерные сечения.

Обработка результатов экспериментальных исследований, в соответствии с планом таблицы 2, позволила получить уравнение регрессии, учитывающее влияние воздействующих факторов на процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм после аппарата вторичного измельчения  $v_{\text{ПРОЦ } 2}, \%$ .



**Рис. 9. Поверхность отклика процента измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, полученного после аппарата первичного измельчения, от угловой скорости дробильного барабана и толщины молотка, и ее двумерные сечения**

$$b_H \omega_{CP} - 5689,98R_H^2 - 0,9R_H\omega_{CP} - 0,00019\omega_{CP}^2, \quad (15)$$

Уравнение регрессии в натуральных значениях факторов имеет вид:

$$v_{\text{ПРОЦ } 2} = 27,97 + 0,026b_H + 1152,08R_H + 0,19\omega_{CP} - 0,00014b_H^2 + 0,47b_H R_H - 0,0004$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения регрессии составляет  $R=86,32\%$ .

Полученная математическая модель была подвергнута проверке по критерию Фишера  $F_p = 7,71 > F_{\text{ТАБЛ}} = 2,95$ . Сравнение расчетного и табличного критерия Фишера

показало адекватность полученной математической модели, значимость их коэффициентов и достоверность проведенных исследований.

Анализируя полученные коэффициенты уравнения регрессии видно, что на процент измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм после аппарата вторичного измельчения наибольшее влияние оказывают факторы:

$b_H$  - толщина кромки ножа и  $\omega_{CP}$  - угловая скорость ножа.

Анализ уравнения регрессии (15) показал, что наибольший процент измельченных в аппарате вторичного измельчения частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, в области исследуемых факторов, составляет 98,82% и достигается при:  $b_H$  - остроте лезвия ножа 25-30 мкм;  $R_H$  - максимальном радиусе ножа, 0,095-0,098 м;  $\omega_{ср}$  - угловой скорости ножа, 192-198 с<sup>-1</sup>.

На рисунке 10 представлена поверхность отклика процента измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, после аппарата вторичного измельчения, от угловой скорости ножа и остроты лезвия ножа при постоянном значении  $R_H$ , и ее двумерные сечения. На рисунке 11 представлены образцы пророщенного высушенного зерна до и после аппарата вторичного измельчения.

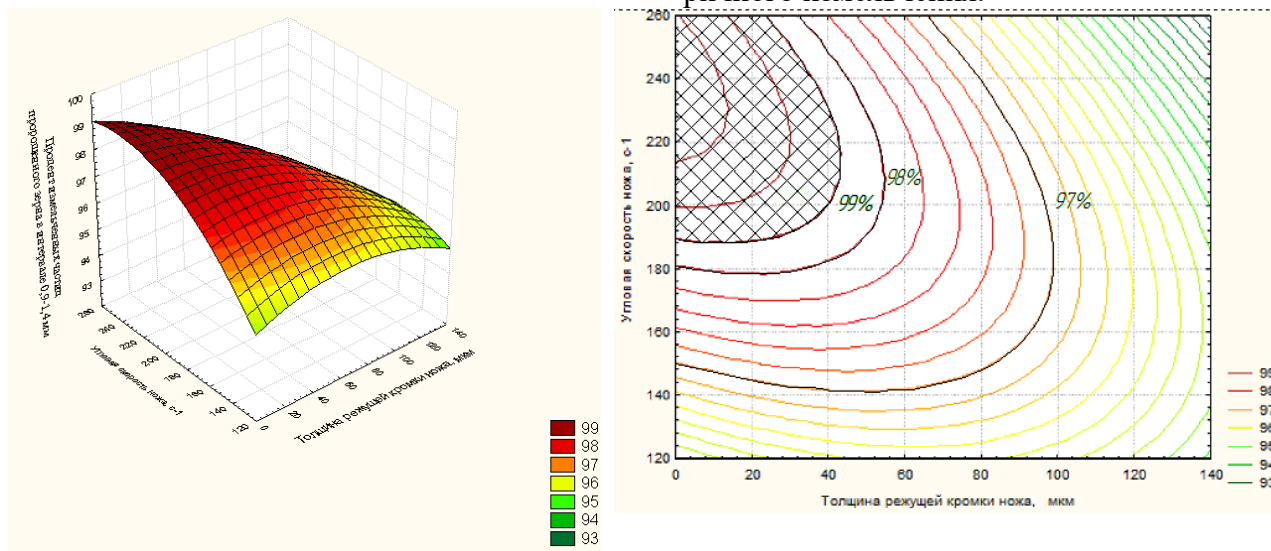


Рис. 10. Поверхность отклика процента измельченных частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм, после аппарата вторичного измельчения, от угловой скорости ножа и остроты лезвия ножа, и ее двумерные сечения



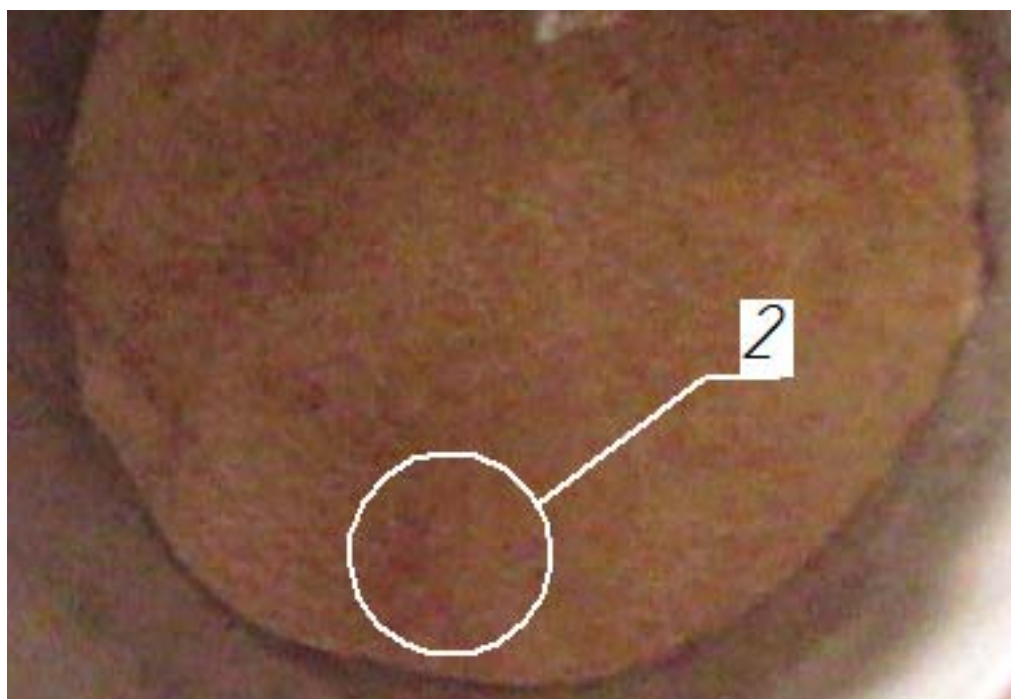


Рис. 11. Образцы пророщенного высушенного зерна до и после аппарата вторичного измельчения

- 1 – Масса с неизмельченными зелёными ростками  
 2 – Масса с измельченными зелёными ростками

Из рисунка 11 видно, что при таком способе отсутствуют неизмельченные частицы ростков и корешков. Измельченная масса имеет средний размер частиц 0,9-1,1 мм, равномерность измельчения составляет около 98,82%.

**Выводы.** Для измельчения высушенного пророщенного зерна предложен двухстадийный способ, при котором продукт предварительно измельчают в молотковой дробилке, а затем направляют в аппарат с измельчающими ножами.

Проведены теоретические исследования и предложена методика расчета конструктивных параметров ножей для измельчения пророщенного зерна. Получены соотношения, связывающие угол заточки ножа с толщиной лезвия ножа и высотой первоначальная высота слоя, толщину лезвия ножа с толщиной слоя сжатия, а также толщину лезвия ножа с прочностными свойствами материала. Численные расчеты показывают, что с увеличением толщины слоя сжатия от 0 до 1,5 мм толщина лезвия ножа  $\delta$  уменьшается с 110 мкм до 27 мкм.

Исследованиями кинематики процесса измельчения установлено, что для получения заданных размеров частиц измельченного пророщенного высушенного зерна

в пределах 0,9...1,4 мм при радиусе ножей 0,095 м частота вращения режущего барабана должна составлять 1800-2000 мин<sup>-1</sup>.

Проведены экспериментальные исследования для оценки эффективности измельчения пророщенного высушенного зерна с помощью разработанной конструкции ножей аппарата вторичного измельчения.

В результате экспериментальных исследований измельчения пророщенного зерна установлено, что в области исследуемых факторов:

1.наибольший процент измельченных в аппарате первичного измельчения частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм составляет 80,55% и достигается при:  $\omega_b$  - угловой скорости дробильного барабана 260-265 с-1;  $h_M$  - толщине молотка 0,002-0,003 м;  $D_b$  - диаметре барабана 0,5-0,53 м;

2. наибольший процент измельченных в аппарате вторичного измельчения частиц пророщенного зерна в интервале 0,9-1,4 мм составляет 98,82% и достигается при:  $b_H$  - остроте лезвия ножа 25-30 мкм;  $R_H$  - максимальном радиусе ножа 0,095-0,098 м;  $\omega_{CP}$  - угловой скорости ножа 192-198 с-1.

### Библиография

1. Пономарев, А.Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / Белгород, БелГСХА, под общей редакцией д. с-х н. профессора Г.С. Походни, 2003. - 616 с.
2. Булавин, С.А. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2011. - №3. - С.28-29.
3. Походня, Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск №2: Использование пророщенного зерна в рационах свиней) / Г.С. Походня. – Белгород. – 2009. – 68 с.
4. RU 2493918 C1 B02C13/02 (2006.01) Дробилка пророщенного высушенного зерна / Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю., Немыкин В.А., Федорчук Е.Г. Заявка № 2012111904, заявлено от 29.03.2012; опубликовано от 27.09.2013. бюл. №27.
5. Шейко, И.П. Свиноводство/ И.П. Шейко, В.С. Смирнов. – Мн.: Новое знание, 2005. – 384 с.
6. RU 2493697 C1 A01K 5/02 (2006.01) Технологическая линия для подготовки к скармливанию пророщенного зерна/ Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю., Немыкин В.А. – 2012102292; заявлено 23.01.2012; опубликовано 27.09.2013 бюл. №27.
7. Саенко, Ю.В. Обоснование частоты вращения ножей дробилки пророщенного зерна / С.В. Вендин, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - №4. - С. 9-12.
8. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград, Колос, 1978. – 560 с.
9. Вольвак, С.Ф. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахареv, А.А. Вертий, Е.Е. Корчагина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - Белгород: ИПЦ ПОЛИТЕРРА. - 2017. - №1 (13). - С. 23-33.
10. Вольвак, С.Ф. Исследование измельчающих аппаратов незерновой части урожая зерновых культур с шарнирной подвеской ножей на барабане // С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2015. – № 3 (7). – С. 9-16.

### References

1. Ponomarev, A.F. Theory and Practice of Industrial Fodder Production and Pig Production / Belgorod, BelGSKhA, under the general editorship of the s. Professor G.S. Pokhodni, 2003. - 616 p.
2. Bulavin, S.A. Energy-efficient technology for producing vegetable protein-vitamin concentrate from sugar beet pulp / S.A. Bulavin, K.V. Kazakov, A.S. Kolesnikov // Farmhouse-governmental machinery and technology, 2011. - №3. - P. 28-29.
3. Pokhodnya, G.S. Pig breeding and pork production technology: Collection of scientific works of the scientific school of Professor G.S. Pokhodni (Special Issue No. 2: Using Sprouted Grain in Swine Rations) [Text] / G.S. Walking. - Belgorod. - 2009. - 68 pp.
4. RU 2493918 C1 B02C13 / 02 (2006.01) Crusher of sprouted dried grain / Bulavin SA, Saenko Yu.V., Nosulenko A.Yu., Nemykin VA, Fedorchuk EG Application No. 2012111904, filed on 29/03/2012; published on September 27, 2013. bul. №27.
5. Sheiko, I.P. Pig breeding / I.P. Sheiko, V.S. Smirnov. - Mn. : New knowledge, 2005. - 384 p.
6. RU 2493697 C1 A01K 5/02 (2006.01) Technological line for preparation for feeding of sprouted grain / Bulavin SA, Saenko Yu.V., Nosulenko A.Yu., Nemykin VA - 2012102292; Declared on 23.01.2012; published on 27.09.2013 №27.
7. Saenko, Yu.V. Justification of the rotational speed of knives of the grinder of germinated grain / S.V. Vendin, S.A. Bulavin, Yu. V. Saenko // Mechanization and electrification of agriculture. - 2015. - № 4. - P. 9-12.
8. Melnikov, S.V. Mechanization and automation of cattle-breeding farms / S.V. Melnikov. - Leningrad, Kolos, 1978. - 560 p.
9. Volvak, S.F. Theoretical justification of the power costs for crushing stalked forages with a shredder with pivotally suspended combined knives / S.F. Wolvak, D.N. Bakharev, A.A. Verti, E.E. Korchagin // Innovations in the Agroindustrial Complex: Problems and Prospects. - Belgorod: the IPC of POLYTER. - 2017. - No. 1 (13). - P. 23-33.
10. Volvak, S.F. Research of grinding apparatuses of the non-grain part of the crop of grain crops with articulated suspension of knives on a drum // S.F. Wolvak, V.I. Shapovalov / Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - 2015. - No. 3 (7). - P. 9-16.

### Сведения об авторах

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

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

**Information about authors**

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru

Saenko Yuri Vasilievich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 38-19-48, e-mail: yuriy311300@mail.ru.



УДК-631.362.3

*А.М. Гиевский, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский, В.В. Шередекин*

## ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОРЕШЕТНОЙ ОЧИСТКИ ДВУХАСПИРАЦИОННОЙ ПНЕВМОСИСТЕМЫ С ОДНИМ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

**Аннотация:** В статье приведены результаты моделирования работы горизонтального канала дорешетной очистки двухаспирационной пневмосистема. Принципиальной особенностью пневмосистемы являлось ее обслуживание одним воздушным потоком. Забор воздуха из атмосферы осуществляется каналом послерешетной очистки. Последовательно воздух проходит через осадочную камеру канала, горизонтальный канал дорешетной очистки и его секционную осадочную камеру, устройство для выделения пыли и центробежным вентилятором выбрасывается в атмосферу. Подача вороха в горизонтальный канал дорешетной очистки проводилась питателем барабанного типа с эластичной ячеистой поверхностью. Моделирование установило преимущество встречного ввода вороха в канал перед попутным; выявило основные факторы, влияющие на разделение вороха на фракции; позволило обосновать необходимость оборудования разделительной стенки, делящей осадочную камеру на секцию для сбора основной фракции и секцию для сбора выделенных фуражных фракций поворотным клапаном. Экспериментальные исследования пневмосистемы были проведены на установке, оборудованной каналами дорешетной и послерешетной очисток, решетным станом и имеющей реальные размеры, за исключением уменьшенной ширины. В результате экспериментальных исследований установлены рациональные параметры ввода вороха в канал: расстояние между осями вбрасывающего барабана и стенкой, разделяющей осадочную камеру на секции: при попутном вводе 0,48...0,54 м; при встречном вводе 0,1...0,25 м; угол вбрасывания вороха в горизонтальный воздушный поток канала дорешетной аспирации: при попутном вводе 45...50°; при встречном вводе 130...145°; скорость вбрасывания вороха в пределах 2,0...3,2 м/с; длина разделительного клапана 0,11...0,13 м; рабочий регулировочный диапазон изменения угла установки разделительного клапана: при попутном вводе 55...75°; при встречном вводе 75...125°.

**Ключевые слова:** двухаспирационная пневмосистема, вбрасывающее устройство, углы ввода вороха, секционная осадочная камера, зона распределения.

## JUSTIFICATION OF THE MAIN PARAMETERS DIESELNOI DVUHSERIJNAYA CLEANING OF PNEUMATIC SYSTEM WITH ONE AIR FLOW

**Abstract.** The article presents the results of modeling the operation of a horizontal channel for prewash cleaning of a two-bubble pneumatic system. The basic feature of the pneumatic system was its maintenance by one air flow. The intake of air from the atmosphere is carried out by the channel of post-screen cleaning. Sequentially air passes through the canal sedimentation chamber, the horizontal pre-wash channel and its sectional sedimentary chamber, the dust separating device and the centrifugal fan are discharged into the atmosphere. The heap supply to the horizontal pre-filter channel was carried out by a drum-type feeder with an elastic cellular surface. Simulation has established the advantage of counter input of a heap into the channel before the passing one; revealed the main factors affecting the heap split into fractions; made it possible to substantiate the necessity of equipping the separation wall dividing the sedimentation chamber into a main fraction collection section and a section for collecting the separated forage fractions by a rotary valve. Experimental studies of the pneumatic system were carried out on a facility equipped with channels of pre-screen and post-screen cleaning, a sieve mill and having real dimensions, except for a reduced width. As a result of experimental studies, rational parameters for introducing heaps into the channel are established: the distance between the axes of the throwing drum and the wall separating the sediment chamber into sections: at a relative input of 0,48 ... 0,54 m; with a counter input of 0,1 ... 0,25 m; the angle of throwing a heap into the horizontal air flow of the channel of pre-suction aspiration: at a relative input of 45 ... 50°; at the counter input 130 ... 145°; the heap throw-in speed is within 2,0... 3,2 m / s; length of the separation valve 0,11...0,13 m; operating adjustment range of the angle of the separation valve installation: at a relative input of 55 ... 75°; with a counter input of 75 ... 125°.

**Keywords:** dvuhserijnaya the pneumatic system, throw the device, the corners of the input heap, the section of the sedimentary camera, area distribution.

Введение. Гарантией получения высококачественных семян, наряду с современными сортами и применяемыми технологиями возделывания, является незамедлительная, без промежуточного хранения, послеуборочная обработка поступающего с поля вороха с его разделением на фракции:

основную, фуражную и неиспользуемых отходов. Такое разделение вороха на самой ранней стадии обработки возможно с использованием универсальных двухаспирационных воздушно-решетных зерноочистительных машин, работающих по фракционной технологии очистки. Повышение

производительности таких машин возможно за счет последовательного выделения фуражной фракции воздушным потоком в обеих аспирациях в двухаспирационной пневмосистеме и рационального соотношения решет в решетном стане.

На кафедре сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ разработана двухаспирационная пневмосистема к универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машине [1]. В качестве канала дорешетной очистки был выбран горизонтальный канал, куда поступает воздух после осадочной камеры канала послерешетной очистки. Горизонтальные каналы, несмотря на недостаток в четкости разделения, обладают меньшим сопротивлением и позволяют разделять вороха на несколько фракций [7]. Устройство подачи вороха в пневмосепарирующий канал должно обеспечивать ввод вороха с определенной скоростью и направлением относительно воздушного потока независимо от удельной подачи, засоренности и влажности [3 – 6, 9,10]. При этом слой вороха желательно иметь рыхлый, предварительно расслоенный по плотности [2, 8]. Из известных подающих устройств выбран питатель барабанного типа с эластичной ячеистой поверхностью и подпружиненным клапаном [1].

Цель исследования - повышение полноты выделения фуражных фракций зернового вороха двухаспирационной пневмосистемой при последовательном использовании воздушного потока в аспирациях.

Объект исследования: рабочий процесс двухаспирационной пневмосистемы с горизонтальным каналом дорешетной очистки и последовательным использованием воздушного потока.

Предмет исследования: закономерности изменения показателей разделения зернового вороха на фракции горизонтальным пневмосепарирующим каналом при его вводе питателем барабанного типа.

Методы исследований. Теоретические исследования проводили с использованием основных положений прикладной механики и математики, моделирование с

использованием прикладных математических пакетов. Экспериментальные исследования проведены с использованием современных методик сбора и обработки исходных данных и обоснованием выбора объектов для проведения экспериментальных исследований.

Результаты и их обсуждение. К основным параметрам питающего устройства относятся его наружный  $R_{\text{он}}$  и внутренний диаметры  $R_{\text{об}}$ , положение кромки клапана относительно горизонтальной оси  $\theta_o$ , суммарный объем ячеек  $W_y$ , линейная скорость наружной поверхности  $V_o$ .

На частицу вороха действуют следующие силы (рисунок 1): сила тяжести  $G$ , центробежная сила инерции  $F_{\text{ц}}$ , сила Кориолиса  $F_k$ , сила трения о компоненты вороха, расположенные сзади по ходу вращения барабана  $F_{\text{тр}}^c$ . В случае если проекция силы тяжести на направление нормали к центробежной силе больше силы Кориолиса возникает сила трения о поверхность шипа барабана  $F_{\text{тр}}^n$ .

Начало выгрузки компонентов вороха наступает в момент схода частицы вороха с кромки клапана. При этом исчезает нормальная реакция со стороны клапана на частицу, и последняя, не имея радиальной составляющей скорости, вбрасывается в горизонтальный воздушный поток со скоростью равной по направлению и значению относительной скорости  $V_o$ .

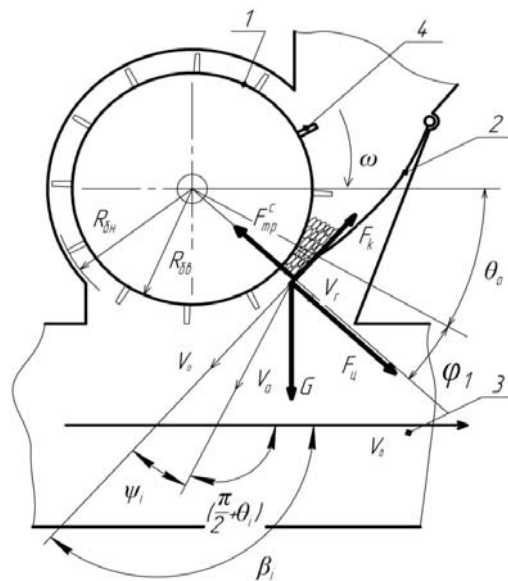
Угол между скоростью частицы вороха и скоростью воздушного потока составляет: при попутном вводе в канал

$$\beta_o = \left(\frac{\pi}{2} - \theta_o\right); \text{ при встречном вводе:}$$

$$\beta_o = \left(\frac{\pi}{2} + \theta_o\right). \text{ Приняв за начало отсчета}$$

время начала выгрузки частицы вороха, находящейся на внешнем радиусе можно определить центральный текущий угол положения барабана в момент выброса из ячейки частицы вороха, находящейся на максимальном удалении от поверхности

барабана (максимальном погружении) по формуле:  $\theta_i = \theta_o + \varphi_{1i}$ .



**Рис. 1. Расчетная схема вбрасывающего устройства:**

1 - вбрасывающий барабан; 2 - клапан барабана; 3 - горизонтальный канал дорешетной аспирации; 4 - шип барабана

Угол поворота барабана  $\varphi_{1i}$  за время достижения частицей вороха внешнего радиуса можно определить с учетом угловой скорости барабана и времени перемещения частицы вороха в радиальном направлении из выражения:  $\varphi_{1i} = \omega \cdot t_{R_{on}}$ , где  $t_{R_{on}}$  - время, за которое частица вороха

достигает наружного радиуса барабана  $R_{on}$ , м.

С учетом значения угла поворота барабана за время достижения частицей вороха внешнего радиуса составлено дифференциальное уравнения второго порядка относительного движения в радиальном направлении:

$$m \cdot \frac{d^2 R_i}{dt^2} = m \cdot \omega^2 \cdot R_i + m \cdot g \cdot \sin(\theta_o + \omega \cdot t_i) - f \cdot \left( 2 \cdot m \cdot \omega \cdot \frac{dR_i}{dt} - m \cdot g \cdot \cos \theta_i \right) \quad (1)$$

$$\text{при начальных условиях: } t_o = 0; R_o = R_{b \min}; \frac{dR_o}{dt} = 0, \quad (2)$$

где  $R_{b \min}$  - минимальный радиус положения частицы вороха в условной ячейке барабана, м.

Минимальный радиус положения частицы вороха при условии укладки частиц вороха длинной стороной в направлении перемещения определится по формуле:

$$R_{b \min} = R_{ob} + \frac{m_b - 3 \cdot \sigma_b}{2}, \quad (3)$$

где  $m_b$  - средняя толщина зерновки, м;  $\sigma_b$  - среднеквадратическое отклонение толщины, м.

горизонтальной оси барабана:  $\theta_{\max} = \theta_o + \omega \cdot t_i$ .

Граничным условием будет достижение частицей вороха наружного радиуса барабана:  $R_i = R_{on}$ . Выброс последней частицы вороха из ячейки произойдет при центральном угле, определяющем положение внешней кромки ячейки относительно

Направление вбрасывания компонентов зернового вороха для частиц, расположенных у внутреннего радиуса барабана с учетом радиальной скорости перемещения вдоль радиуса (угол между скоростью частицы и направлением воздушного потока) определится из выражения:

при попутном вводе

$$\beta_i = \frac{\pi}{2} - \theta_o - \varphi_{li} + \psi_i = \frac{\pi}{2} - \theta_o - \omega \cdot t_i + \arctg\left(\frac{V_{Ri}}{V_o}\right), \quad (4)$$

при встречном вводе

$$\beta_i = \frac{\pi}{2} + \theta_o + \varphi_{li} + \psi_i = \frac{\pi}{2} + \theta_o + \omega \cdot t_i + \arctg\left(\frac{V_{Ri}}{V_o}\right), \quad (5)$$

где  $\psi_i$  - угол между абсолютной и относительной скоростью частицы вороха, рад.

Скорость частиц вороха в момент вбрасывания в воздушный поток горизонтального канала дорешетной очистки в начале выгрузки равна относительной скорости наружной поверхности барабана:  $V_{amin} = V_o$ .

Скорость частиц вороха в момент вбрасывания в воздушный поток в конце

выгрузки из ячейки можно определить из

выражения  $V_{amax} = \sqrt{V_o^2 + \left(\frac{dR_{\sigma H}}{dt}\right)^2}$ .

Расположив начало декартовой системы координат в центре вбрасывающего барабана, и направив ось  $X$  параллельно направлению воздушного потока, получим систему дифференциальных уравнений применительно к рассматриваемым условиям:

$$\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -k_n \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} + k_n \cdot \left(V_d - \frac{dx}{dt}\right)^2 \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -k_n \cdot \frac{dy}{dt} \cdot \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} - g, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $k_n$  - коэффициент парусности компонентов вороха,  $m^{-1}$ .

Начальными условиями для решения системы уравнений в момент ввода

$$x(0) = R_{\sigma H} \cdot \left[ \cos(\theta_o + \omega \cdot t_{R_{\sigma H}}) - \left\{ 1 - \sin(\theta_o + \omega \cdot t_{R_{\sigma H}}) \right\} \cdot \operatorname{tg} \left\{ \theta_o + \omega \cdot t_{R_{\sigma H}} - \arctg \left( \frac{\frac{dR}{dt}(R_{\sigma H})}{\omega \cdot R_{\sigma H}} \right) \right\} \right],$$

$$y(0) = -R_{\sigma H},$$

$$\frac{dx}{dt}(0) = -\sqrt{(\omega \cdot R_{\sigma H})^2 + \left(\frac{dR}{dt}(R_{\sigma H})\right)^2} \cdot \sin \left( \theta_o + \omega \cdot t_{R_{\sigma H}} - \arctg \left( \frac{\frac{dR}{dt}(R_{\sigma H})}{\omega \cdot R_{\sigma H}} \right) \right), \quad (7)$$

$$\frac{dy}{dt}(0) = -\sqrt{(\omega \cdot R_{\sigma H})^2 + \left(\frac{dR}{dt}(R_{\sigma H})\right)^2} \cdot \cos \left( \theta_o + \omega \cdot t_{R_{\sigma H}} - \arctg \left( \frac{\frac{dR}{dt}(R_{\sigma H})}{\omega \cdot R_{\sigma H}} \right) \right).$$

Начальными условиями для решения системы уравнений в момент ввода компонентов вороха расположенных на

$$\begin{aligned} x(0) &= R_{\delta n} \cdot (\cos \theta_o - (1 - \sin \theta_o) \cdot \operatorname{tg} \theta_o), \\ y(0) &= -R_{\delta n}, \\ \frac{dx}{dt}(0) &= \omega \cdot R_{\delta n} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} + \theta_o\right) = -\omega \cdot R_{\delta n} \cdot \sin \theta_o, \\ \frac{dy}{dt}(0) &= -\omega \cdot R_{\delta n} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + \theta_o\right) = -\omega \cdot R_{\delta n} \cdot \cos \theta_o. \end{aligned} \quad (8)$$

Скорректировав полученные выражения, были составлены начальные условия для решения системы уравнений при попутном вводе.

Граничным условием является достижение компонентами вороха по оси у координаты, соответствующей положению нижней стенки горизонтального канала дорешетной очистки:  $y(t) = -(R_{\delta n} + h_d)$ , где  $h_d$  - глубина (высота) канала дорешетной очистки в зоне ввода вороха, м.

Решение дифференциальных уравнений (6) второго порядка с учетом начальных и граничных условий при встречном и попутном вводе было проведено с помощью прикладного математического пакета Maple 14. При проведении расчетов были учтены следующие условия: коэффициенты парусности для полноценного зерна принимались  $0,07 \dots 0,145 \text{ м}^{-1}$ ; фуражной фракции  $0,14 \dots 0,275 \text{ м}^{-1}$ ; фракции отходов  $0,275 \dots 4,2 \text{ м}^{-1}$ .

Для оценки возможности дальнейшего расслоения компонентов вороха за счет инерционных сил и действия силы тяжести, с учетом различия в направлениях и скоростях движения приобретенных в канале дорешетной очистки, проводился расчет траекторий движения после прохождения границы нижней стенки канала и перемещения в пределах осадочной камеры. При этом было сделано допущение о том, что скорость воздушного потока в пределах камеры близка к нулю и ею в расчетах можно пренебречь. Разделительная стенка делит осадочную камеру на две секции: секцию для сбора основной фракции, предварительно очищенной в канале от легко-весных и фуражных фракций по аэродинами-

внешнем радиусе вбрасывающего барабана при встречном вводе будут:

ческим свойствам и секцию для сбора выделенных фуражных фракций и части легко-весных примесей. Эту стенку рационально оборудовать поворотным клапаном, позволяющим регулировать соотношение глубины камер в зависимости от состава вороха и режима работы пневмосистемы.

В результате моделирования установлено преимущество встречного ввода вороха в канал, которое обеспечивает при угле ввода  $90 \dots 120^\circ$  длину зоны распределения фуражной фракции  $0,1 \dots 0,15 \text{ м}$ , что в  $1,5 \dots 2,0$  раза превышает длину аналогичной зоны при попутном угле ввода  $45 \dots 60^\circ$ .

Как видно из рисунка 2а с уменьшением угла ввода вороха навстречу воздушному потоку зона распределения основной фракции растет, как на уровне канала, так и на уровне делительного клапана. Аналогичным образом, растут зоны распределения фуражной и отходовой фракций, что предполагает и повышение полноты разделения вороха на фракции в дорешетной аспирации.

На рисунке 2б представлена зависимость зоны распределения основной фракции от скорости воздушного потока в канале.

Повышение скорости воздушного потока в канале с  $6,5 \text{ м/с}$  до  $9,5 \text{ м/с}$  ведет к росту расчетной длины зоны распределения основной фракции с  $0,05 \text{ м}$  до  $0,124 \text{ м}$  или более чем в два раза. Разделительную стенку, делящую осадочную камеру на секцию для сбора основной фракции и секцию для сбора выделенных фуражных фракций рационально оборудовать поворотным клапаном, позволяющим регулировать соотношение глубины камер в зависимости от состава вороха и режима работы пневмосистемы.

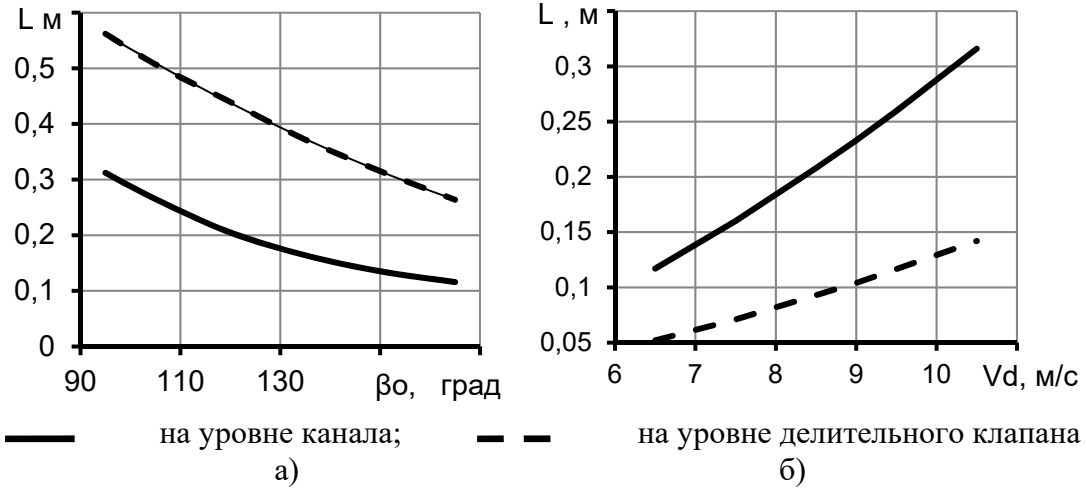


Рис. 2. Зависимость зоны распределения компонентов основной фракции в канале дорешетной очистки: а) от угла ввода вороха; б) от скорости воздушного потока в канале

Моделирование работы пневмосистемы не учитывает влияние компонентов вороха на воздушный поток, как несущую среду, взаимодействие компонентов вороха между собой, поэтому окончательно рациональные параметры и режим работы пневмосистемы были определены экспериментальным путем на установке, подробное

описание которой приведено в работе [2]. На основании результатов экспериментальных исследований определены рациональные значения углов вбрасывания вороха в горизонтальный канал дорешетной аспирации (рисунок 3).

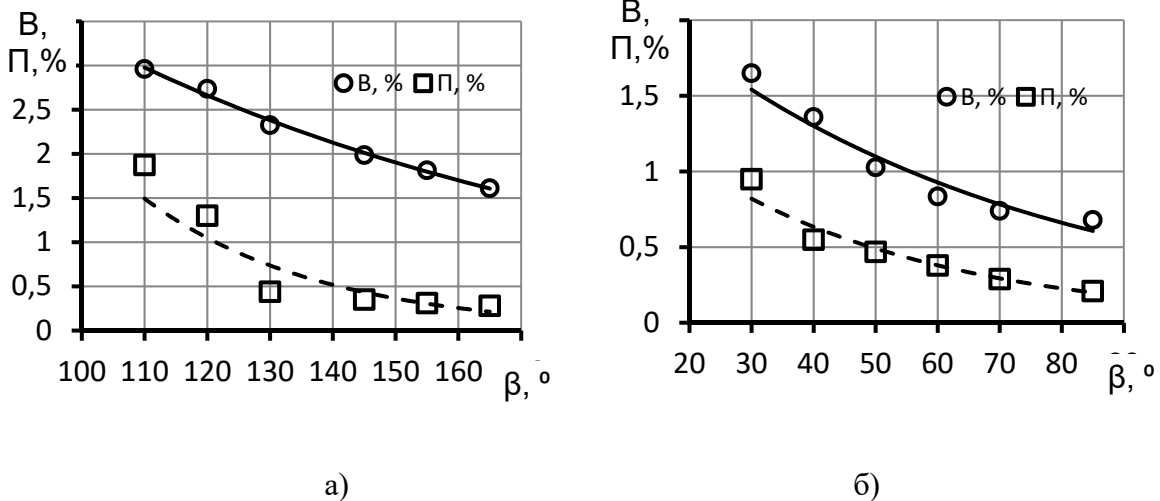


Рис. 3. Зависимость выделения легковесных примесей (В) в канале дорешетной очистки и потерь полноценного зерна (II) в фураж от угла ввода вороха: а) встречный ввод; б) попутный ввод

Угол вбрасывания вороха в горизонтальный канал дорешетной аспирации при встречном вводе относительно воздушного потока согласно результатам моделирования наиболее рационально выбирать в пределах  $\beta=110...140^\circ$ . Однако, результаты экспериментальных исследований показали, что при углах вбрасывания менее  $120...125^\circ$  потери полноценного зерна превышают 0,5% (рисунок 3а). Меньшие значения начальных углов вбрасывания вороха

при попутном вводе (рисунок 3б) обеспечивают большее выделение компонентов вороха дорешетной аспирацией. Уменьшение угла вбрасывания вороха с  $50$  до  $30^\circ$  увеличивает общее выделение компонентов дорешетной аспирацией на 0,65%. При угле вбрасывания вороха менее  $40^\circ$  появляются потери зерна. Поэтому, для обеспечения потерь полноценного зерна в фуражную фракцию меньше допустимых углы вбрасывания

сыпания рационально выбирать при встречном вводе  $130...145^{\circ}$ ; при попутном вводе  $45...50^{\circ}$ .

Расположение вбрасывающего устройства на расстоянии более 0,15 м при встречном вводе приводит к повышенным потерям полноценного зерна в фуражную фракцию, выделяемую каналом дорешетной аспирации, независимо от скорости вбрасывания вороха (рисунок 4а). Потери полноценного зерна более интенсивно увеличиваются при удалении вбрасывающего барабана от разделительной стенки камеры с 0,15 м до 0,25 м. При приближении вбрасывающего барабана на расстояние менее 0,15 м интенсивность уменьшения потерь зерна снижается.

Расположение вбрасывающего устройства на расстоянии менее 0,45 м от оси разделительного клапана при попутном вводе приводит к повышенным потерям полноценного зерна в фуражную фракцию,

выделяемую каналом дорешетной аспирации, независимо от скорости вбрасывания вороха (рисунок 4б). Поэтому, исходя из потерь полноценного зерна в фуражную фракцию, расстояние между осью вбрасывающего барабана и стенкой, разделяющей осадочную камеру на секции рационально выбирать в следующих пределах: при встречном вводе 0,05...0,15 м; при попутном вводе 0,48...0,54 м.

При встречном направлении вбрасывания вороха с увеличением скорости вбрасывания до определенных значений наблюдается рост выделения вороха каналом, а в дальнейшем прирост выделения замедляется и начинает снижаться.

Потери полноценного зерна снижаются во всем исследованном диапазоне изменения скоростей, что объясняется ростом кинетической энергии полноценного зерна и сохранением первоначального направления полета.

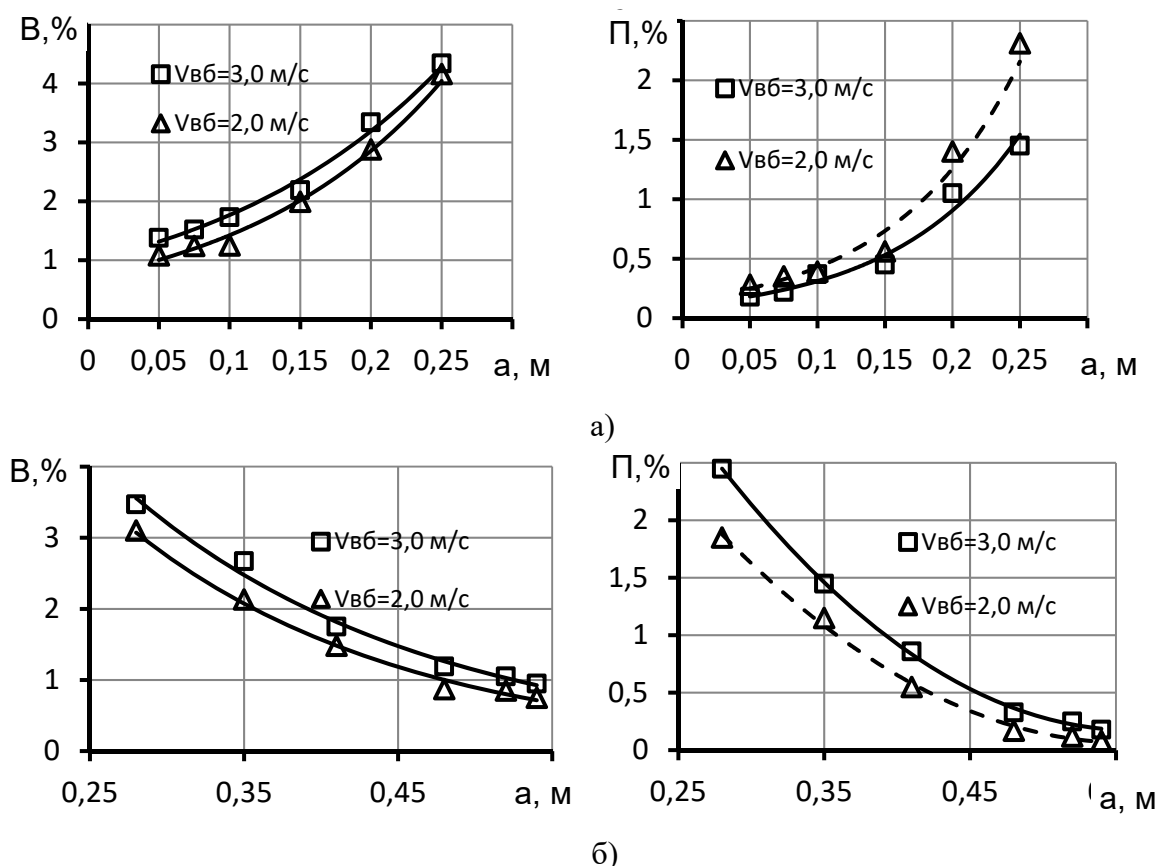


Рис. 4. Влияние положения вбрасывающего устройства на выделение легковесных примесей, фуражной фракции в канале дорешетной очистки и потери полноценного зерна в фураж: а) встречный ввод; б) попутный ввод

При попутном направлении вбрасывания рост выделения вороха каналом наблюдается до скорости 3,5 м/с. Потери полноценного зерна растут при увеличении скорости вбрасывания, и при скорости более 3,2...3,5 м/с они превышают допустимые. Такой характер зависимости объясняется следующим. Повышение скорости вбрасывания вороха уменьшает концентрацию и вероятность столкновения компонентов вороха с разными коэффициентами парусности. Однако, одновременно с этим при увеличении скорости вбрасывания, за счет роста кинетической энергии компонентов вороха с близкими коэффициентами парусности возможно изменение направления движения полноценного зерна при столкновении и его попадание в секцию осадочной камеры фуражной фракции.

Поэтому скорость вбрасывания вороха рационально выбирать в пределах 2,0...3,2 м/с при скоростях воздушного потока в канале 7,5...8,5 м/с.

Корректировку работы канала можно осуществлять изменением положения разделительного клапана, установленного на стенке, делящей осадочную камеру на секцию для сбора основной фракции и секцию для сбора выделенных фуражных фракций. Рабочий регулировочный диапазон изменения угла установки разделительного клапана при попутном вводе 55...75°; при встречном вводе 80...125°. Клапан

необходимо выполнять длиной 0,11...0,13 м.

**Заключение.** Моделирование позволило установить преимущество встречного ввода вороха в канал; выявить основной фактор, влияющий на разделение вороха на фракции; обосновать необходимость оборудования разделительной стенки, делящей осадочную камеру на секцию для сбора основной фракции и секцию для сбора выделенных фуражных фракций поворотным клапаном.

В результате экспериментальных исследований пневмосистемы дорешетной очистки с горизонтальным каналом и последовательным использованием воздушного потока в аспирациях установлены рациональные параметры ввода вороха:

расстояние между осями вбрасывающего барабана и стенкой, разделяющей осадочную камеру на секции: при попутном вводе 0,48...0,54 м; при встречном вводе 0,1...0,25 м; угол вбрасывания вороха в горизонтальный воздушный поток канала дорешетной аспирации: при попутном вводе 45...50°; при встречном вводе 130...145°; скорость вбрасывания вороха в пределах 2,0...3,2 м/с; длина разделительного клапана 0,11...0,13 м; рабочий регулировочный диапазон изменения угла установки разделительного клапана: при попутном вводе 55...75°; при встречном вводе 75...125°.

#### Библиография

1. Гиевский, А.М. Пневмосистема зерноочистительной машины с одним воздушным потоком / А.М. Гиевский // Техника в сельском хозяйстве. - 2012. - № 4. - С. 2-4.
2. Злочевский, В.Л. Интенсификация процесса аэродинамического разделения зерновых материалов / В.Л. Злочевский // Сиб. вестн. с.-х. науки. - 1984. - № 1. - С. 73-79.
3. Косилов, Н.И. Влияние расслоения потока вороха на качественные показатели работы пневмоинерционного сепаратора / Н.И. Косилов, В.В. Романов // Совершенствование уборки зерновых культур: сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1976. - Вып. 113. - С. 67-73.
4. Косилов, Н.И. Основные направления интенсификации процесса разделения зернового вороха в пневмоинерционных сепараторах / Н.И. Косилов // Совершенствование уборки зерновых культур: сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1975. - Вып. 102. - С. 5-13.
5. Косилов, Н.И. Повышение эффективности предварительной очистки за счет расслоения потока зернового вороха / Н.И. Косилов, А.С. Маликов, В.В. Романов // Повышение производительности и качества работы зерноуборочных и зерноочистительных машин: сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1986. - С.5-13.
6. Косилов, Н.И. Универсальные пневмоинерционные сепараторы / Н.И. Косилов, Пивень В.В., Миронов А.В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1989. - № 9. - С. 59-61.
7. Косилов, Н.И. Уплотнение зерносоматического вороха ленточными питающими устройствами пневмоинерционных сепараторов / Косилов Н.И., Аристов С.А. // Повышение производительности и качества работы зерноуборочных и зерноочистительных машин: сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1984. - С. 36-43.
8. Пивень, А.В. Обоснование угла ввода зернового вороха в воздушный поток делительных камер пневмоинерционных сепараторов / А.В. Пивень, А.В. Миронов // Совершенствование технологий и технических средств для уборки урожая и послеуборочной обработки зерна: сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1987. - С.79 - 82.



9. Халанский, В.М. Обоснование схемы и технологических параметров пневмоцентробежного сепаратора зернового вороха / В.М. Халанский // Совершенствование технологии и технических средств для уборки и послеуборочной обработки зерновых культур: сб. науч. тр. ЧИМЭСХ - Челябинск, 1983. - С.81-87.

10. Saitov V. E., Kurbanov R. F., Suvorov A. N. Assessing the Adequacy of Mathematical Models of Light Impurity Fractionation in Sedimentary Chambers of Grain Cleaning Machines // 2nd International Conference on Industrial Engineering (Icie-2016). - 2016. - T. 150. - С. 107-110.

#### References

1. Giyevskiy, A.M. Pnevmosistema zernoochistitel'noy mashiny s odnim vozдушным potokom /A.M. Giyevskiy // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. - 2012. - № 4. - S. 2-4.

2. Zlochevskiy, V.L. Intensifikatsiya protsessa aerodinamicheskogo razdeleniya zernovykh materialov / V.L. Zlochevskiy // Sib. vestn. s.-kh. nauki. - 1984. - № 1. - S. 73-79.

3. Kosilov, N.I. Vliyaniye rassloeniya potoka vorokha na kachestvennyye pokazateli raboty pnev-moinertsionnogo separatora / N.I. Kosilov, V.V. Romanov // Sovershenstvovaniye uborki zernovykh kultur: sb. науч. tr. CHIMESKH. - Chelyabinsk, 1976. - Вып. 113. - S. 67-73.

4. Kosilov, N.I. Osnovnyye napravleniya intensivatsii protsessa razdeleniya zernovogo vorokha v pnevmoinertsionnykh separatorakh / N.I. Kosilov // Sovershenstvovaniye uborki zernovykh kul'tur: sb. науч. tr. CHIMESKH. - Chelyabinsk, 1975. - Вып. 102. - S. 5-13.

5. Kosilov, N.I. Povysheniye effektivnosti predvaritel'noy ochistki za schet rassloeniya potoka zernovogo vorokha / N.I. Kosilov, A.S. Malikov, V.V. Romanov // Povysheniye proizvoditel'nosti i kachestva raboty zernouborochnykh i zernoochistitel'nykh mashin: sb. науч. tr. CHIMESKH. - Chelyabinsk, 1986. - S.5-13.

6. Kosilov, N.I. Universal'nyye pnevmoinertsionnyye separatory / N.I. Kosilov, Piven' V.V., Mironov A.B. // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. - 1989. - № 9. - S. 59-61.

7. Kosilov, N.I. Uplotneniye zernosolomistogo vorokha lentochnymi pitayushchimi ustroystvami pnevmoinertsionnykh separatorov / Kosilov N.I., Aristov S.A. // Povysheniye proizvoditel'nosti i kachestva raboty zernouborochnykh i zernoochistitel'nykh mashin: sb. науч. tr. CHIMESKH. - Chelyabinsk, 1984. - S. 36-43.

8. Piven', A.V. Obosnovaniye ugla vvoda zernovogo vorokha v vozдушный potok delitel'nykh kamer pnevmoinertsionnykh separatorov / A.V. Piven', A.V. Mironov // Sovershenstvovaniye tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv dlya uborki urozhaya i posleuborochnoy obrabotki zerna: sb. науч. tr. CHIMESKH. - Chelyabinsk, 1987. - S.79 - 82.

9. Khalanskiy, V.M. Obosnovaniye skhemy i tekhnologicheskikh parametrov pnevmotsentrobezhnogo separatora zernovogo vorokha / V.M. Khalanskiy // Sovershenstvovaniye tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya uborki i posleuborochnoy obrabotki zernovykh kul'tur: sb. науч. tr. CHIMESKH - Chelyabinsk, 1983. - S.81-87.

10. Saitov V. E., Kurbanov R. F., Suvorov A. N. Assessing the Adequacy of Mathematical Models of Light Impurity Fractionation in Sedimentary Chambers of Grain Cleaning Machines // 2nd International Conference on Industrial Engineering (Icie-2016). - 2016. - T. 150. - С. 107-110.

#### Сведения об авторах

Алексей Михайлович Гиевский, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ); г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13. тел. 8(906) 679-40-92, E-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

Вячеслав Анатольевич Гулевский, доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики, проректор по научной работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ); г. Воронеж, ул. Мичурина, 1. Контактная информация: тел. 8(952) 956-52-93, E-mail: gulevsky\_va@inbox.ru

Владимир Иванович Оробинский, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ); г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13. Контактная информация: тел. 8 (473)224-39-39, E-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Виктор Валентинович Шередекин, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ); г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13. тел. 8(910) 242-53-75, E-mail: viktor\_scher@mail.ru

#### Information about authors

Aleksei M. Giyevskiy – Voronezh State Agrarian University after Emperor Peter the Great, Professor of Agricultural Machines, Tractors and Cars Department, Doctor of Technical Sciences. Contact Information: tel. 8(906) 379-40-92, E-mail: aleksej.gievskij@mail.ru

Vyacheslav A. Gulevsky - Vice-Rector for Scientific Work of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Voronezh State Agrarian University after Emperor Peter the Great, Professor of the Department of Mathematics and Physics, Doctor of Technical Sciences. Contact Information: tel. 8(952) 956-52-93, E-mail: gulevsky\_va@inbox.ru

Vladimir I. Orobinsky– Dean of the Faculty of Rural Engineering, Head of the Department of Agricultural Machines, Tractors and Cars, Professor, Doctor of Agricultural Sciences. Contact Information: tel. 8(473) 253-78-61;E-mail: main@agroeng.vsau.ru

Victor V. Sheredekin– Voronezh State Agrarian University after Emperor Peter the Great, Associate Professor of Applied Mechanics, Candidate of Technical Sciences. Contact Information: tel. 8(910) 242-53-75, E-mail: viktor\_scher@mail.ru

УДК 636.4:636.082.4

*А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная*

## ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ «ПЛУНЖЕР-УПЛОТНЕНИЕ» ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА

**Аннотация.** В статье проанализированы исследования по повышению работоспособности оборудования перерабатывающих предприятий. Приводятся данные о методах восстановления деталей машин применяемого оборудования с выявлением преимуществ и недостатков каждого метода. Дается обоснование использования электромеханической обработки рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока. Целью работы является исследование работоспособности гомогенизатора молока. Рассматривается структурно-функциональный анализ гомогенизатора молока А1-ОГ2М. Выявлено критическое соединение, влияющее на работу всего агрегата, а именно «плунжер-уплотнение». Выполнен анализ износа плунжера, основанный на методике разбиения формы плунжера на характерные продольные и поперечные сечения, по которым выполнена микрометрия. В ходе анализа результатов проведена графическая интерпретация на основе, которой установлена форма профилограмм изношенной продольной поверхности и круглограмм поперечных сечений плунжера. Выявлена неравномерность, а также небольшая величина (не более 1% от массы детали) износа рабочей поверхности плунжера. Также в работе приведены результаты исследований режимов электромеханического упрочнения наружной поверхности на примере детали «плунжер» гомогенизатора молока. Показано, что основным фактором, определяющим механические свойства обрабатываемой детали, является термическое воздействие. Для оценки теплообразования применяли метод теплового баланса. Приведены результаты многофакторного планирования эксперимента, при котором в качестве основных независимых факторов выбирали силу тока во вторичной обмотке и усилие в контакте «инструмент – деталь», а в качестве функции отклика величина твердости поверхности. При условии получения наибольшего значения твердости по Роквеллу определены режимы электромеханического упрочнения. Применяя методику множественного регрессионного анализа, получили математическую модель и следующие оптимальные значения режимов электромеханической обработки: усилие в зоне контакта  $F_K = 344$  Н, сила тока  $I = 978$  А. При этих режимах твердость покрытия максимальная и увеличивается до 2,2 раз за счет электромеханического упрочнения.

**Ключевые слова:** работоспособность, гомогенизатор, соединение, плунжер, упрочнение, электромеханическая обработка, износ, измерение, твердость.

## RESEARCH OF WORKING PERFORMANCE OF THE CONNECTION "PLUNGER-SEAL" OF MILK HOMOGENIZER

**Abstract.** The article analyzes the research to improve the efficiency of equipment processing enterprises. Data on methods of restoration of details of machines of the applied equipment with identification of advantages and disadvantages of each method are given. The substantiation of use of Electromechanical processing of a working surface of the plunger of the homogenizer of milk is given. The aim of this work is to study the efficiency of the homogenizer in milk. Structural and functional analysis of A1-OG2M milk homogenizer is considered. A critical compound affecting the operation of the entire unit, namely the "plunger-seal", was revealed. The analysis of the wear of the plunger based on the method of partitioning the shape of the plunger on the characteristic longitudinal and transverse sections, which made micrometre. In the course of the analysis of the results, a graphical interpretation is carried out on the basis of which the shape of the profilograms of the worn longitudinal surface and the round frames of the plunger cross sections is established. Unevenness is revealed, as well as a small amount (not more than 1% of the part weight) of wear of the plunger working surface. The work also describes the results of investigations of electro-mechanical modes of hardening the outer surface, for example the details of the "plunger" homogenizer milk. It is shown that the main factor determining the mechanical properties of the workpiece is the thermal effect. The method of heat balance was used to estimate the heat generation. The results of the multi – factor planning of the experiment are presented, in which the current in the secondary winding and the force in the contact "tool-part" were chosen as the main independent factors, and the hardness of the surface was chosen as a function of the response. Under condition of obtaining the greatest value of hardness on Rockwell modes of Electromechanical hardening are defined. Applying the method of multiple regression analysis, we obtained a mathematical model and the following optimal values of the modes of Electromechanical treatment: force in the contact zone  $F_K = 344$  N, current  $I = 978$  A. Under these conditions, the maximum hardness of the coating and increases to 2.2 times due to Electromechanical hardening.

**Keywords:** the efficiency of a homogenizer, a compound plunger, hardening, mechanical treatment, wear measurement, hardness.

Эффективная реализация программы импортозамещения в сельском хозяйстве России способна обеспечить продовольственную безопасность страны, дать мощный толчок в развитии, как крупного, так и

среднего и мелкого агробизнеса. Особо остро данный вопрос возник в результате санкционной политики Запада [1].

Производство молока является основным поставщиком товарных ресурсов и системообразующим элементом экономического механизма рынка молока, поэтому его развитие является главным условием результативного функционирования рынка. В современных условиях модернизация производства, повышение эффективности молочной отрасли и финансовое оздоровление ее участников, наращивание объемов производства молока, повышение качества молочной продукции и снижение существующей зависимости от импорта невозможны без участия государственного сектора [2].

В соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы (ред. Постановления Правительства РФ от 19.12.2014 N 1421) [3]) программы развития молочной отрасли до 2020 года, разработанного Союзмолоко в 2014 году направлены на возмещение части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию объектов животноводческих комплексов молочного направления (молочных ферм).

Реализация данной программы невозможна без модернизации производства и переработки молочных продуктов. Одним из направлений модернизации производства является повышение работоспособности сельскохозяйственных машин и оборудования на основе восстановления и упрочнения деталей, что позволяет обеспечить 100% послеремонтный ресурс машин. При этом следует отметить, что создание производств для восстановления деталей требует меньших капитальных вложений, чем для изготовления новых запасных частей, а в выбракованных машинах остается до 50% деталей, подлежащих восстановлению.

В практике анализа повышения работоспособности оборудования молочной промышленности известны некоторые исследования, позволяющие оценить степень проработанности вопроса.

В работах Фархшатова М.Н., Зайнулина А.А., Серова А.В. [4, 5, 6] было выявлено, что в общем объеме изнашиваемых деталей большую часть занимают цилиндриче-

ские поверхности. Многие из них представляют сопряжение «вал - втулка». В частности плунжеры гомогенизатора молока подлежат выбраковке со сравнительно небольшим износом рабочей поверхности. Общий износ по массе детали составляет около 1%, а в совокупности с дороговизной материала для изготовления таких деталей экономически целесообразней будет проводить восстановление изношенной поверхности вместо изготовления новой детали. Восстановление предложено проводить электроконтактной приваркой, который заключается в приварке мощными импульсами тока к поверхности детали стальной ленты. Недостатком способа является ограниченная толщина наносимого слоя и сложность оборудования.

Ипатов А.Г. [7] изучил особенности износа сопряженных поверхностей, а также способы восстановления деталей с малыми износами, а именно восстановление и упрочнение деталей лазерным спеканием ультрадисперсных порошковых материалов, который сочетает в себе ряд процессов, протекающих одновременно: прессование и спекание металлического порошка, припекание его к поверхности детали под действием давления и температуры. Качество слоя во многом зависит от размеров детали и ролика, давления, создаваемого роликом, химического состава порошка и частоты вращения детали. При диаметрах восстанавливаемых деталей 30-100 мм напеканием можно получить слой толщиной от 0,3 до 1,5 мм. Преимущества процесса - высокая производительность, малая глубина теплового воздействия и высокая износостойкость слоя. К его недостаткам можно отнести ограниченность толщины напекаемого слоя и сложность оборудования. Также в качестве недостатка можно отметить, что данный способ не может применяться в пищевой промышленности, так как требует наличия смазки сопрягающихся поверхностей.

Специфику износа плунжера описал Складар В.А. [8], а именно выраженный абразивный износ при изнашивании в результате контакта не с другими металлическими деталями, а с полимерным уплотнением, твердость которого значительно меньше твердости материала плунжера.

В работе Новицкого А.Е. [9] справедливо утверждается, что по причине попадания на трущиеся поверхности деталей агрессивных рабочих жидкостей наблюдается наличие коррозионно-механического износа деталей, при котором механическое изнашивание усиливается коррозионным воздействием среды, однако для каждого отдельного случая необходимо разрабатывать свои рекомендации по повышению износостойкости тех или иных деталей.

Долгашев В.В. [10] подтвердил наличие межкристаллитной коррозии и указал на особенность характера износа, а именно его неравномерность по длине, выявив зоны с наибольшим износом, где плунжер останавливается и меняет направление движения, объясняя это наличием в приводе плунжера кривошипно-шатунного механизма. Восстанавливать такие детали предлагается путем приварки ленты к наружной поверхности плунжера. Однако недостатками предложенного способа являются ограниченность толщины привариваемого слоя и сложность установки.

Маврутенков А.А. разработал технологию восстановления рабочих поверхностей деталей из коррозионноустойчивых сталей плазменной наплавкой, где выявил повышение твердости наплавленного металла в 1,2 раза и износостойкости в 1,5-2 раза [11]. Также использование плазменной наплавки изучал Грибенченко А.В., отмечая актуальность этой проблемы для деталей типа «вал» с малыми величинами износа до 0,2 мм [12]. Однако стоит отметить, что основными недостатками плазменной наплавки являются относительно невысокая производительность и необходимость в сложном оборудовании.

Так в работе Денисьева С.А. изложены результаты исследований, направленные на разработку технологии упрочнения способом микро-дугового оксидирования (МДО) восстановленных газотермическим напылением деталей молокоперерабатывающей промышленности из коррозионноустойчивых сталей [13]. Основными недостатками применения данного способа упрочнения является малоизученность и сложность процесса.

Боярский В. Н. изучал возможность применения гальванических способов для упрочнения и восстановления деталей машин. Такие способы высокопроизводительны, не оказывают термического воздействия на деталь, позволяют точно регулировать толщину покрытий и свести к минимуму или вовсе исключить механическую обработку, обеспечивают высокое качество покрытий при дешевых исходных материалах. Недостатки гальванопокрытий - многооперационность, сложность и экологическая вредность технологии, что не допускает применения данной технологии при восстановлении деталей машин, имеющих контакт с пищевыми продуктами [14].

Способы напыления, рассматриваемые в работе Машрабова Н. [15], различают в зависимости от источника теплоты: дуговое - теплота электрической дуги, газопламенное - теплота газового пламени и т.д. Напыляют металлы, полимеры и др. К достоинствам данных способов можно отнести небольшой нагрев деталей (120...180 °С), высокая производительность процесса, высокая износостойкость покрытия, простота технологического процесса и применяемого оборудования, возможность нанесения покрытий толщиной 0,1 - 10 мм и более из любых металлов и сплавов. В качестве недостатков, можно отметить сравнительно невысокую прочность сцепления покрытия с поверхностью детали, а также пониженная механическая прочность покрытия.

Термическую обработку применяют для упрочнения и восстановления физико-механических свойств деталей (упругости пружин и др.). Эти способы применяют для восстановления и повышения износостойкости деталей (плунжеров и др.) [16].

Электромеханический способ упрочнения деталей основан на сочетании термического и силового воздействия на поверхностный слой [17]. Процесс заключается в следующем. Деталь, установленную в патроне токарного станка, через контактное устройство на шпинделе подсоединяют к одной из клемм вторичной обмотки трансформатора; ко второй клемме подсоединяют инструмент, изолированно установленный в резцедержателе суппорта станка. В зону контакта детали и инструмента подают ток 350 -

1300 А при напряжении 2 - 6 В. Ток большой силы и низкого напряжения мгновенно нагревает металл в зоне контакта до высокой температуры (800-900 °С). Быстрый отвод теплоты внутрь детали способствует закалке поверхностного слоя. Этим способом можно получить шероховатость поверхности Ra 0,16 и исключить операцию шлифования. Одновременно улучшаются механические свойства поверхностного слоя детали за счет его закалки на глубину 0,1 мм. Преимущества электромеханической обработки — высокая производительность, отсутствие коробления, низкая себестоимость. Основным недостатком — трудность получения в процессе обработки сплошного контакта инструмента с поверхностью, недостаточная стойкость высаживающих и сглаживающих пластин. В своей работе Федоров С.К. изучил возможность применения электромеханической обработки для повышения долговечности деталей сельскохозяйственной техники. Изучение физико-технических и технологических особенностей различных методов обработки поверхностей позволили обосновать возможность применения технологии электромеханической обработки (ЭМО) для закалки, отделочно-упрочняющей обработки и восстановления деталей машин с сохранением геометрических параметров, исключив явления окисления и обезуглероживания поверхностей для многих деталей сельскохозяйственной техники. Однако применение ЭМО для гладких деталей типа «плунжер» из стали 40Х13 недостаточно изучено.

Рассматривая, аналогичные исследования по повышению работоспособности деталей оборудования перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса [18, 19, 20, 21], отмечаем, что для обоснованной разработки мероприятий по упрочнению деталей типа «плунжер» необходимо изучить взаимосвязи составляющих элементов гомогенизатора молока, оценить

характер износа соединений наиболее подверженных износу, разработать рекомендации по повышению работоспособности соединения «плунжер-уплотнение».

Цель настоящей работы – исследовать работоспособность гомогенизатора молока.

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- 1) проанализировать известные способы повышения работоспособности гомогенизатора молока
- 2) провести структурно-функциональный анализ для выявления соединения, влияющего на работоспособность гомогенизатора молока;
- 3) оценить характер и величину износа рабочей поверхности быстроизнашиваемого соединения;
- 4) обосновать подбор способа повышения работоспособности данного соединения.

Гомогенизатор применяется в технологических линиях предприятий для обработки молока и жидких молочных продуктов, а также других пищевых продуктов, и предназначен для механической обработки молока и жидких молочных продуктов при температуре от 45°С до 85°С и кинематической вязкостью не более 5,0·10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>/с с целью дробления и равномерного распределения в продукте жировых шариков [22].

Гомогенизатор марки А1-ОГМ-5 представляет собой многоплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующей головкой. Гомогенизатор состоит из следующих основных узлов (рисунок 1): станины с приводом 1, кривошипно-шатунного механизма с системой смазки и охлаждения 2, плунжерного блока 3 с гомогенизирующей 4 и манометрической головкой 5 и предохранительным клапаном 6. Привод гомогенизатора осуществляется от электродвигателя с помощью клиноременной передачи.

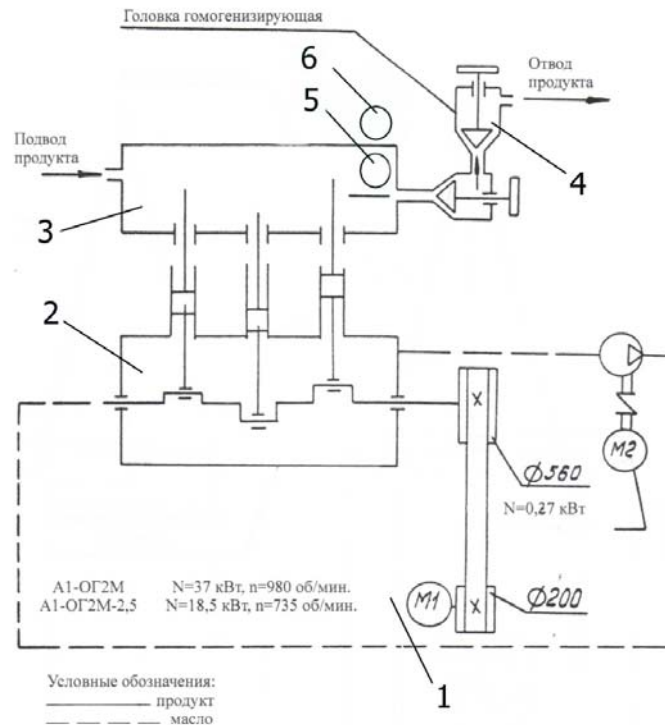


Рис.1. Кинематическая схема гомогенизатора А1-ОГМ-5

К корпусу кривошипно-шатунного механизма при помощи двух шпилек крепится плунжерный блок, который предназначен для всасывания продукта из подающей магистрали и нагнетания его под высоким давлением в гомогенизирующую головку.

Было выявлено, что после 650-700 часов работы из строя выходят плунжеры, установленные в плунжерном блоке. Для выявления причин выхода из строя плунжеров и повышения работоспособности гомогенизатора был проведен структурно-функциональный анализ агрегата [23].

Гомогенизатор молока является сложной системой и поэтому в качестве «первого приближения» была построена структура в виде иерархического или древовидного представления, что позволило упорядочить элементы, компоненты, подсистемы по степени их важности.

В качестве вершины самого верхнего уровня иерархии был выбран сам исследуемый объект - гомогенизатор молока. Следующим шагом произвели разделение на подсистемы и далее до элементов (рисунок 2), располагая их по важности на соответствующем уровне иерархии. Причем в качестве

вершины дерева использовали структурные составляющие объекта, а в качестве ребер (ветвей) - функциональные и структурные связи. Каждая выделенная подсистема рассматривается как самостоятельная система соответствующего уровня иерархии.

Полученное дерево декомпозиции позволяет определить соотношение между объектом и фоном, а также раскрыть взаимосвязи между различными подсистемами и элементами объекта, очертить область поиска информации, необходимой для исследования и использования в разработке, выбрать структурные элементы, подлежащие проверке на патентную чистоту, составить номенклатуру технико-экономических показателей для оценки его технического уровня.

Исходя из вышесказанного, был построен следующий граф (рисунок 2), а именно: 1 - станина с приводом; 2 - кривошипно-шатунный механизм с системой смазки и охлаждения; 3.1 - плунжерный блок; 3.2 - манометрическая головка; 3.3 - предохранительный клапан; 4 - гомогенизирующая головка. Также на рисунке указано, но не обозначено детальное разбиение на механизмы, сборочные единицы и детали.

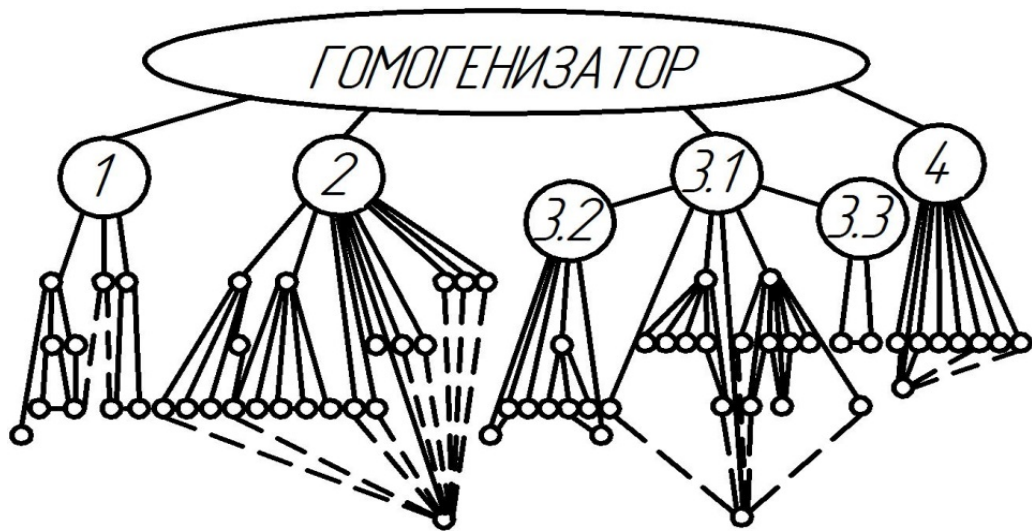


Рис.2. Структурный анализ плунжерного блока

Анализируя полученный граф можно сделать вывод о работе агрегата. Станина 1 содержит привод, который с помощью клиноремной передачи приводит в движение кривошипно-шатунный механизм 2. Кривошипно-шатунный механизм преобразует вращательное движение электродвигателя в поступательное движение плунжеров плунжерного блока 3.1. Плунжеры в свою очередь перемещают продукт в гомогенизирующую

головку 4. Плунжерный блок 3.1 отвечает за поддержку определенного давления продукта, поступающего в гомогенизирующую головку 4 для получения необходимой степени гомогенизации, которое можно проконтролировать с помощью манометрической головки 3.2 и предохранительного клапана 3.3. Все это позволило нам выделить подсистему, имеющую наибольшее влияние на работу всего агрегата в целом, а именно – плунжерный блок 3.1.

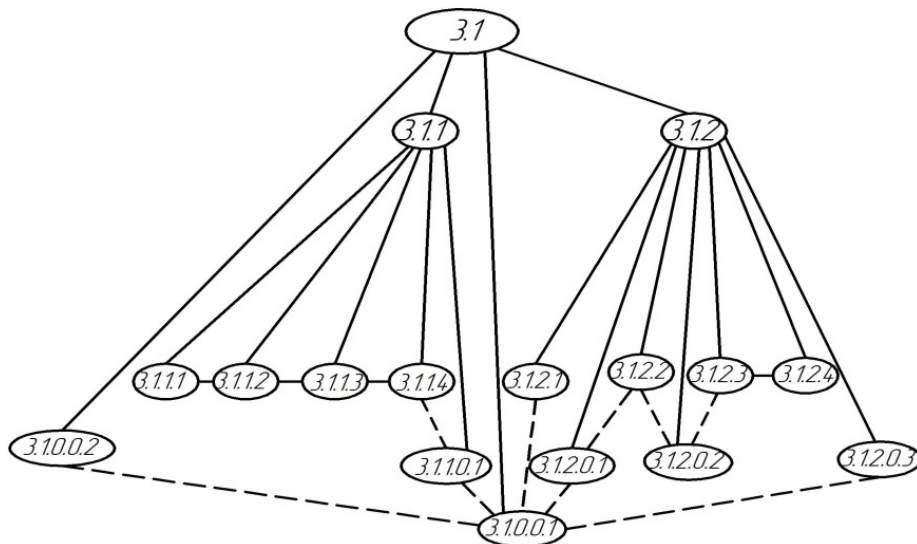


Рис.3. Структурный анализ плунжерного блока

Далее произвели детальное моделирование механизма функционирования подсистемы 3.1 – плунжерного блока. Плунжерный блок включает в себя (рисунок 3): механизм герметизации плунжера 3.1.1, блок 3.1.0.0.1, присоединительный штуцер 3.1.0.0.2, плунжеры 3.1.1.1, комплект манжетных уплотнений 3.1.1.2, нажимные

кольца 3.1.1.3, гайки 3.1.1.4, нижние 3.1.2.0.3, верхние 3.1.2.1 и передние 3.1.1.0.1 крышки, всасывающие и нагнетательные клапаны 3.1.2, седла клапанов 3.1.2.2, прокладки 3.1.2.0.1, втулки 3.1.2.0.2, пружины 3.1.2.3, клапан 3.1.2.4.



Анализируя полученную структуру плунжерного блока можно выделить два основных узла (рисунок 3), а именно, механизм герметизации плунжера и всасывающие и нагнетательные клапаны. Узел, содержащий всасывающие и нагнетательные клапаны, наименее подвержен отказу, так как детали, входящие в его состав в процессе работы совершают минимальные осевые перемещения и, следовательно, имеют наименьшую величину износа. В это же время узел герметизации плунжера наиболее подвержен износу из-за относительно больших осевых перемещений плунжера в комплекте уплотнений.

Для повышения работоспособности соединения «плунжер-уплотнение» необходимо оценить характер, величину, причину и специфику износа деталей, входящих в данное соединение. Плунжер гомогенизатора

молока А1-ОГ2М изготовлен из стали 40Х13, уплотнение изготовлено из фторопласта. Данное соединение отработало до плановой замены 750 часов. При визуальном осмотре манжетных уплотнений не было выявлено явных признаков износа в отличие от плунжера. На рабочей поверхности плунжера были выявлены характерные зоны (рисунок 4): 1 – неизношенная (передняя часть) зона протяженностью примерно  $L_{H1}=6$  мм; 2– зона рабочего износа  $L_P=95$  мм (средняя часть) и 3 – зона практически не затронутая износом  $L_{H2} = 35$  мм у резьбовой части ножки, при этом изношенная зона представляет собой выработанные продольные дорожки (канавки) различной глубины на наружной цилиндрической поверхности плунжера [24].

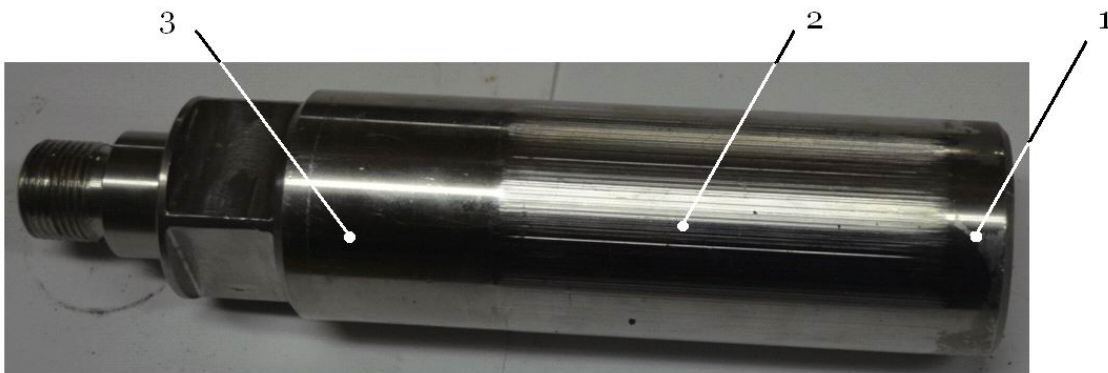


Рис.4. Плунжер, снятый с эксплуатации в результате плановой замены после работы в течение 750 часов

Согласно разработанной методике анализа износа плунжера [25] цилиндрическая поверхность разбивается продольными (рисунок 5) и поперечными (рисунок 6) сечениями для проведения замеров. Основу предлагаемой методики анализа износа составляет схема измерения геометрических пара-

метров наружной цилиндрической поверхности плунжера с учетом выделения изношенной и неизношенной частей. Расстояние между замерами в продольных и поперечных сечениях, а также угол поворота плунжера выбирается в зависимости от специфики износа.

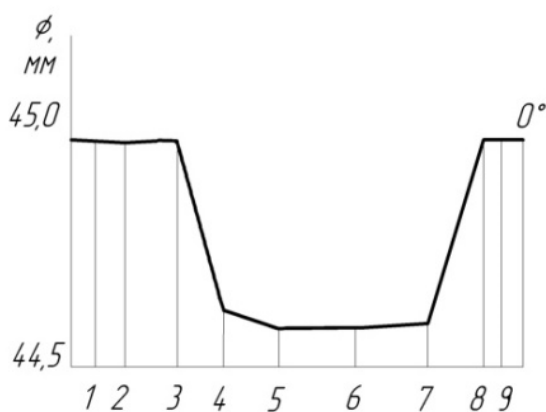
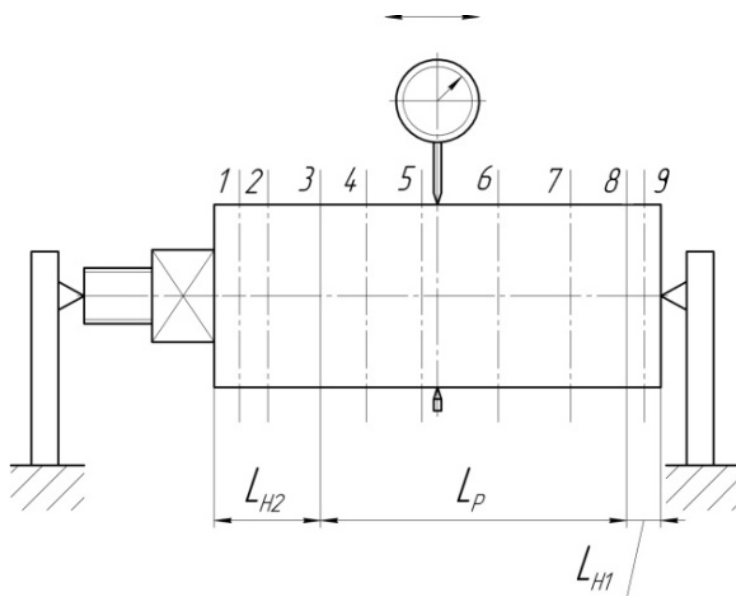


Рис.5.Графическая интерпретация схемы измерения в продольных сечениях

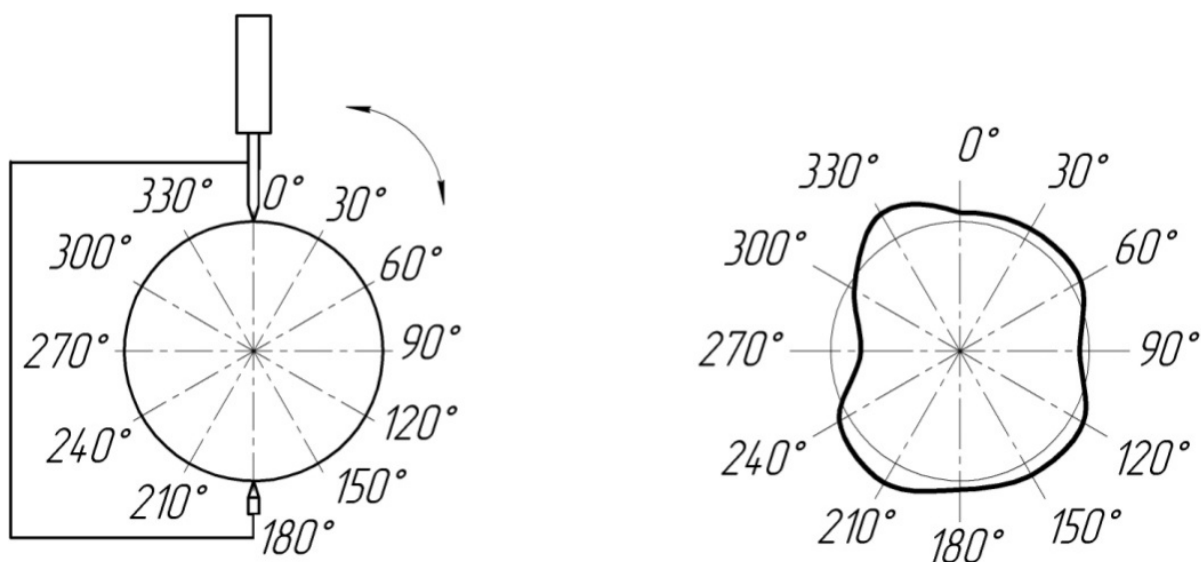
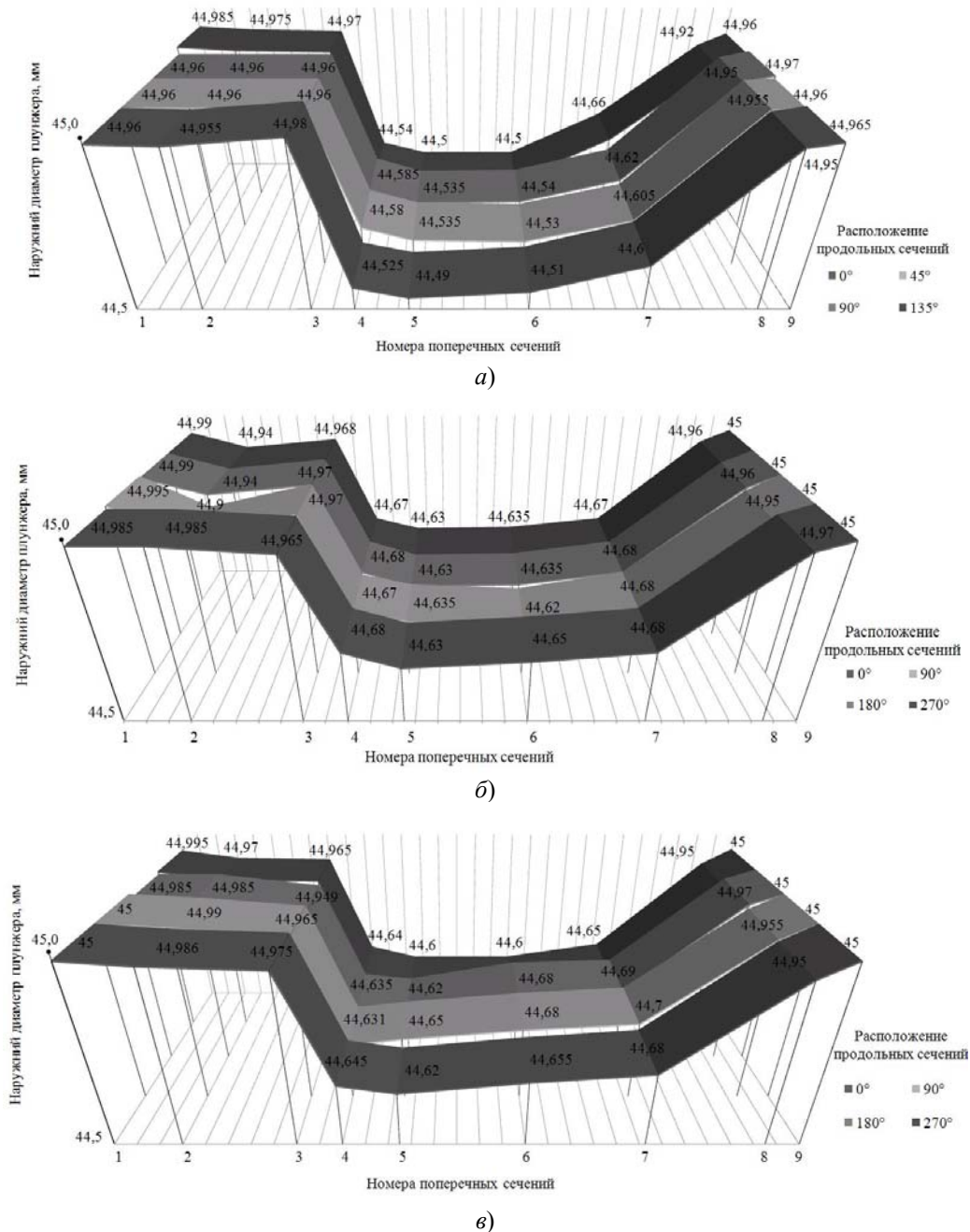


Рис.6.Графическая интерпретация схемы измерений в поперечных сечениях

В результате проведения измерений был получен массив данных по каждому из

трех плунжеров №1-3. Графическая интерпретация (рисунок 7).

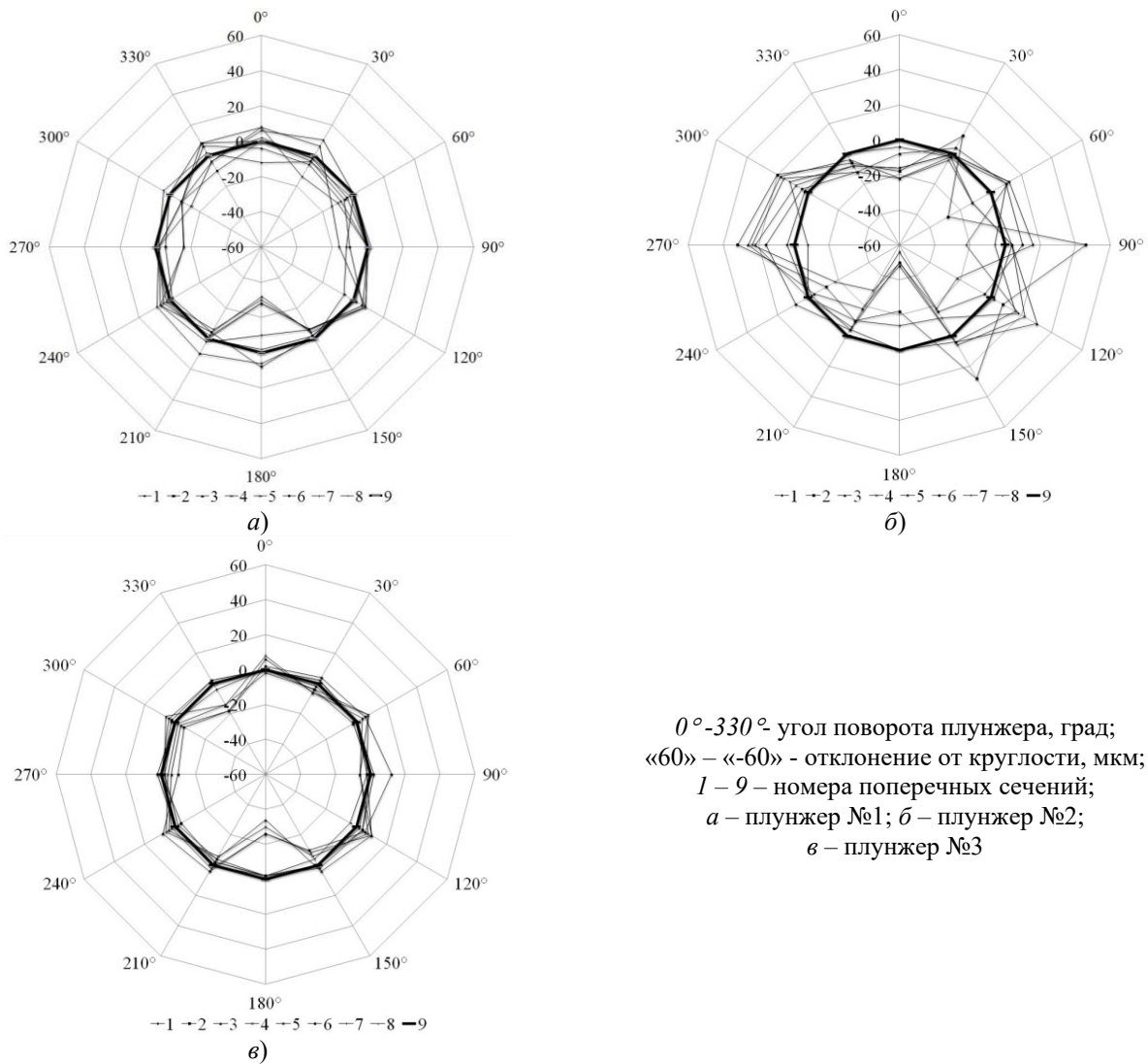


а – плунжер №1; б – плунжер №2; в – плунжер №3  
**Рис.7. Графическая интерпретация измерений в продольных сечениях**

Анализ данных износа по упомянутым плунжерам №1-3 в продольных сечениях показывает, что наибольшая величина износа наблюдается в задней части плунжера, а именно ближе к резьбовой части (или месту закрепления), но не в зоне сечения 4, где плунжер меняет свое направление движения, а скорее в зоне сечения 5 расположенного рядом (рисунок 8). Далее износ плавно

уменьшается в направлении головки плунжера (сечения 6,7).Наибольшая величина износа для плунжера №1 составляет 0,51 мм, для плунжера №2 это значение равно 0,38 мм и для плунжера №3 – 0,40 мм.

Для измерения отклонения профиля в поперечных сечениях плунжера применялся кругломер АБРИС К-10, а результаты представлены на рисунке 8.



$0^{\circ}$ - $330^{\circ}$  - угол поворота плунжера, град;  
 «60» - «-60» - отклонение от круглости, мкм;  
 1 - 9 - номера поперечных сечений;  
 а - плунжер №1; б - плунжер №2;  
 в - плунжер №3

**Рис.8.Графическая интерпретация измерений в поперечных сечениях**

Анализируя данные износа в поперечных сечениях можно выявить наличие в рабочей зоне овальности, при этом разница между диаметрами вписанной и описанной окружности составляет для плунжера №1 – 42 мкм, для плунжера №2 – 102 мкм и для плунжера №3 – 46 мкм. Образование овальности можно объяснить тем, что сила тяжести плунжера при консольном креплении усугубляет абразивное воздействие кромок уплотнения на рабочую поверхность.

Полученный массив данных замеров сформирован в три выборки по плунжерам, для которых выполнен расчет статистических характеристик: среднее арифметическое, размах вариации, дисперсия, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

Результаты статистических расчетов величины износа для плунжеров №1-3 сведены в таблицу 1.

Анализ полученных данных показывает, что усредненный показатель износа (среднее арифметическое), а вместе с ним и размах вариации значительно отличается для каждого плунжера, следовательно, несмотря на то, что все плунжеры были заменены одновременно и работали в одном плунжерном блоке, их рабочие поверхности изнашивались неодинаково. На такую особенность также указывает и значение дисперсии, а именно для плунжера №1 каждое значение ряда отличается от другого в среднем на 0,0024, для плунжера №2 – 0,0005, а для плунжера №3 -0,0010.

**Таблица 1. Результаты расчета статистических характеристик**

Показатель	Обозначение	Плунжер №1	Плунжер №2	Плунжер №3
Средняя арифметическая	$\bar{x}$	0,4466	0,3453	0,3515
Максимальная величина износа	$x_{max}$	0,5100	0,3800	0,4000
Минимальная величина износа	$x_{min}$	0,3400	0,3200	0,3000
Размах вариации	R	0,1700	0,0600	0,1000
Дисперсия	$S^2$	0,0024	0,0005	0,0010
Среднее квадратическое отклонение	$\sigma$	0,0492	0,0233	0,0309
Коэффициент вариации	$v$	0,1102	0,0674	0,0878

Из этого можно сделать вывод, что плунжеры работают в неодинаковых условиях, т.е. необходимо учитывать влияние и других факторов на износ рабочей поверхности.

С целью повышения точности увеличиваем выборку за счет объединения данных замеров по трем плунжерам в один массив. Проведем расчет статистических характеристик выборки по износу (таблица 2).

**Таблица 2. Результаты статистической оценки объединенного массива данных**

$\bar{x}$	$x_{max}$	$x_{min}$	R	$S^2$	$\sigma$	$v$
0,3811	0,5100	0,3000	0,2100	0,0034	0,0587	0,1540

Результаты показывают среднюю степень изменчивости (коэффициент вариации равен 0,154) вариационного ряда износов, что свидетельствует об однородности и надежности среднего по полученным данным.

Далее для выявления причины образования подобного износа были сделаны за-

меры твердости плунжера в исходном состоянии на переносном ТКМ- 359 и стационарном твердомере ТР 5006 (ГОСТ 9013-59), для этого плунжер разбили на участки, на каждом из которых и произвели замеры. Результаты измерений твердости плунжера в исходном состоянии до обработки представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Твердость участков плунжера в исходном состоянии**

Номер участка	Расстояние от торцевой поверхности, мм	Значения твердости HRC			HRC ср.
		1	2	3	
1	20	19,5	20,0	20,5	20,0
2	40	22,0	22,0	22,0	22,0
3	60	21,0	22,0	20,0	21,0
4	80	22,0	21,5	19,0	20,8
5	100	20,0	21,0	21,0	20,7

Полученное значение твердости свидетельствует о необходимости проведения упрочняющих мероприятий. Наиболее перспективными способами упрочнения стали 40Х13 является ЭМО. В результате проведенных исследований, исходя из применимости ЭМО к упрочнению деталей типа «плунжер» в качестве основных независимых факторов выбрали силу тока во вторичной обмотке  $I=X_1$  (А) и усилие в контакте «инструмент – деталь»  $F_k=X_2$  (Н), а в качестве функции отклика твердость поверхности  $HRC=Y$ .

На основании изученных литературных источников при предварительной обработке эксперимента ЭМО было установлено, что силу тока целесообразно изменять в диапазоне  $X_1=I= 800...1200$  А с интервалом варьирования  $\Delta I = 200$  А, а усилие прижатия инструмента –  $X_2 = F_k = 100...300$  Н с интервалом варьирования  $\Delta F = 100$  Н.

В ходе эксперимента на опытных образцах были выделены участки для обработки по различным режимам и присвоены порядковые номера от 1 до 9.

С целью определения величины усилия прижатия в зоне контакта  $F_K$  была проведена тарировка пружины механизма прижима ролика. В результате была получена

линейная зависимость (рисунок 9), соответствующая величине нагрузки от 100 до 300 Н.

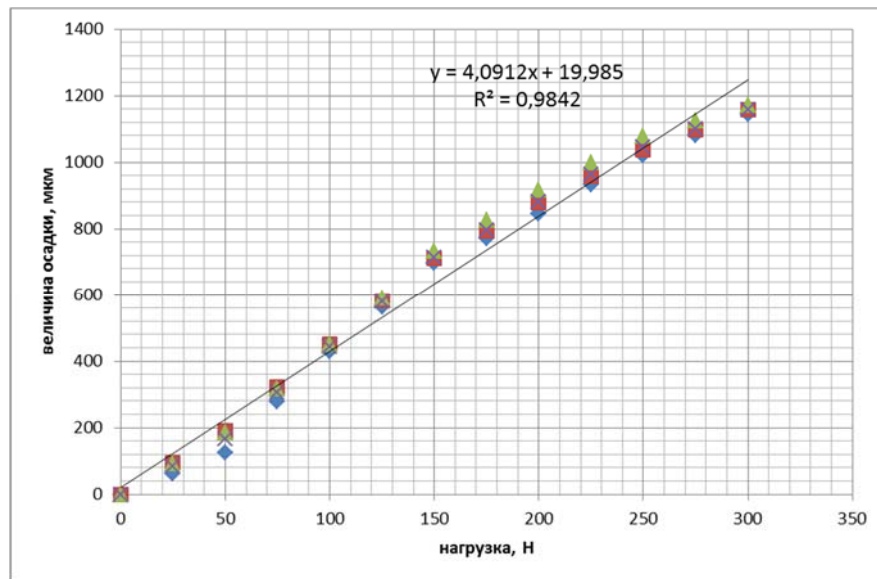


Рис.9.Тарировочный график пружины инструмента

Согласно матрице планирования на плунжере была проведена электромеханическая обработка на установке УЭМО-стандарт (рисунок 10).



Рис.10.Общий вид обработанных участков плунжера

На основании проведенных измерений твердости по отклику  $Y$  (HRC) наружной поверхности упрочненных участков плунжера с учетом кодировки эксперимента и плана эксперимента была составлена матрица результатов (таблица 4) обработки плунжера.

Варьируя значением силы тока в диапазоне 800...1200 А с шагом 40 А и значением усилия прижатия в диапазоне 100...300

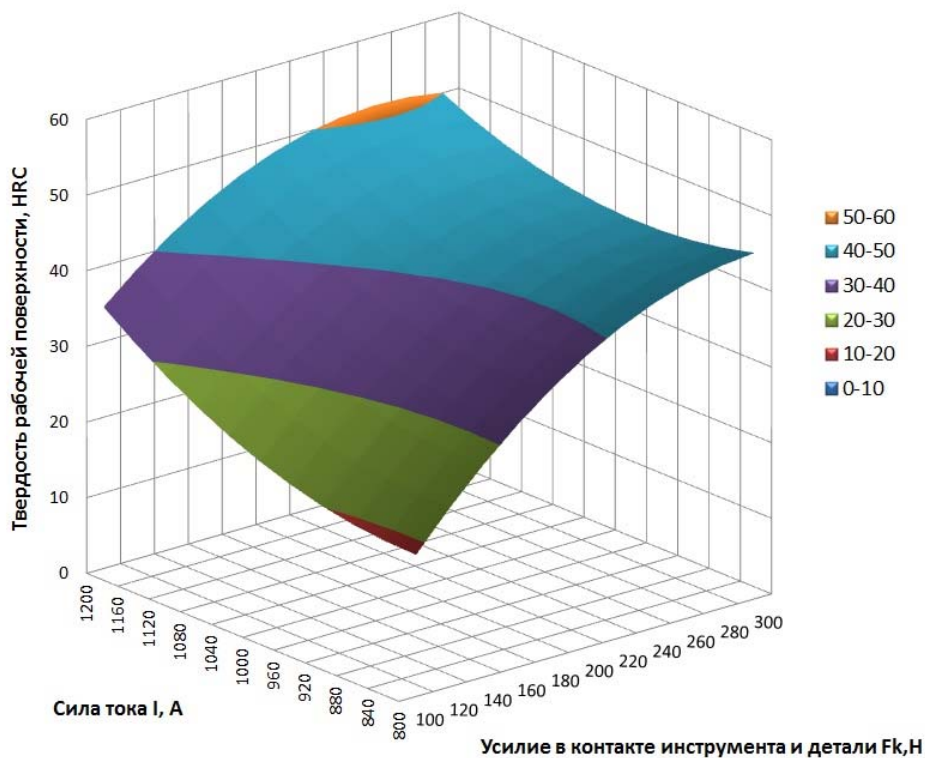
Н с шагом 20 Н, получим графическую иллюстрацию влияния силы тока и усилия прижатия на твердость (рисунок 11).

При критериальном условии стремления твердости рабочей поверхности к максимуму (HRC  $\rightarrow$  max), получили следующие значения режимов обработки: усилие в зоне контакта  $F_K = 344$  Н, сила тока  $I = 978$  А (рисунок 12).

**Таблица 4. Формирование матрицы результатов**

Технологические режимы ЭМО		Средние значения твердости (HRC) Сталь 40X13
Сила тока	Сила прижатия инструмента	
$I, A$	$F_k, H$	
800	100	20,0
	200	39,1
	300	44,0
1000	100	18,3
	200	42,3
	300	45,5
1200	100	37,8
	200	45,2
	300	50,3

Рекомендуемые режимы ЭМО плунжера: усилие в зоне контакта  $F_k = 300 \dots 350$  Н, сила тока  $I = 950 \dots 1000$  А.



**Рис.11. Зависимость твердости рабочей поверхности от сила тока и усилия в контакте «инструмент-деталь»**

Сопоставление средних значений твердости рабочей поверхности плунжера до и после обработки показывают, что твердость поверхностного слоя увеличилась до 2,2 раз.

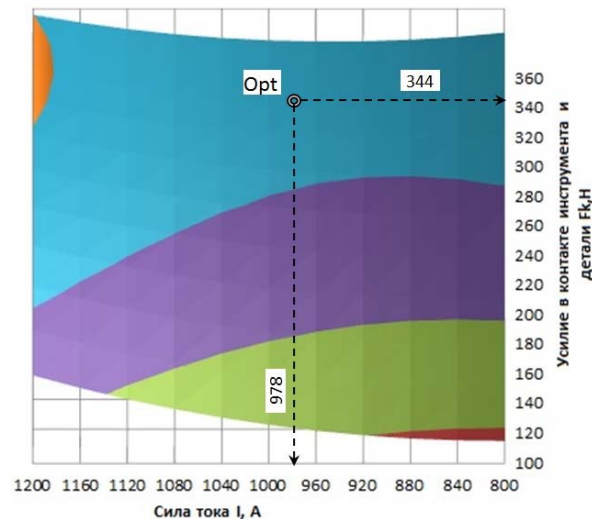


Рис.12. К обоснованию оптимальных режимов упрочнения

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) из многообразия способов повышения работоспособности оборудования перерабатывающей промышленности необходимо выбрать способы обеспечивающие не только технологическое качество восстанавливаемых деталей при сравнительно низкой себестоимости их восстановления, но и строго соблюдать санитарно-гигиенические требования, исключающие загрязнение пищевых продуктов;

2) несмотря на всю сложность конструкции гомогенизатора, а также на наличие большого числа взаимосвязанных подсистем данного агрегата, можно выделить критическое соединение «плунжер-уплотнение», так как даже минимальный износ любой детали, входящей в указанное соединение, влияет на работу всего агрегата;

3) мероприятия по повышению работоспособности соединения «плунжер-уплотнение» должны учитывать характер

(неравномерность) износа, величину (не более 1% от массы детали), а также характер и условия работы (работа в коррозионной среде);

4) для повышения работоспособности соединения «плунжер-уплотнение» необходимы мероприятия по повышению прочностных показателей рабочей поверхности плунжера. Рекомендуется проводить упрочнение плунжера гомогенизатора молока с помощью ЭМО обработки. На основании данных экспериментальной обработки при условии максимальной твердости рекомендуются следующие режимы электромеханического упрочнения плунжера: усилие в зоне контакта  $F_K = 300 \dots 350$  Н, сила тока  $I = 950 \dots 1000$  А;

5) на основании полученных результатов дальнейшей перспективой в исследовании работоспособности гомогенизатора молока является разработка технологического процесса для компенсации износа плунжера с последующим его упрочнением

#### Библиография

1. Кирсанова О.В. К вопросу об импортозамещении в сельском хозяйстве России / О.В. Кирсанова // Стратегические направления развития АПК Центрального Черноземья в условиях импортозамещения: сборник научных трудов ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России. – Воронеж: ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2016. - С.135–138.

2. Полунина Н.Ю. Направления государственной поддержки молочной отрасли в условиях импортозамещения / Н.Ю. Полунина // Стратегические направления развития АПК Центрального Черноземья в условиях импортозамещения: сборник научных трудов ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России. – Воронеж: ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2016. - С.241–243.

3. СОЮЗМОЛОКО. Национальный союз производителей молока [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://souzmoloko.ru/news/rinok-moloka/rinok-moloka\\_3372.html](http://souzmoloko.ru/news/rinok-moloka/rinok-moloka_3372.html)



4. Новицкий А.Е. Повышение долговечности деталей оборудования молочной промышленности, подверженных коррозионно-механическому изнашиванию: автореф. дис. канд. техн. наук. – / А.Е. Новицкий. – Киев, 1984. – 18 с.
5. Фархшатов М.Н. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования электроконтактной приваркой коррозионностойких и износостойких материалов: автореф. дис. д-ра техн. наук. / М.Н. Фархшатов. – Уфа, 2007. – 33 с.
6. Зайнуллин А. А. Повышение эффективности восстановления валов сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой стальных проволок путем совершенствования технологии и оборудования: автореф. дис. канд. техн. наук / А.А. Зайнуллин. Уфа, 2013. – 19 с.
7. Серов А. В. Совершенствование технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой металлической ленты: автореф. дис. канд. техн. наук / А.В. Серов, Москва, 2011. – 16 с.
8. Ипатов А. Г. Разработка технологии восстановления деталей лазерным спеканием ультрадисперсных порошковых материалов: автореф. дис. канд. техн. наук / А.Г. Ипатов - Саранск, 2010. - 20 с.
9. Скляр В.А. Металлографические исследования изношенных плунжеров гомогенизаторов / В.А. Скляр, А.И. Удовкин, В.В. Долгашев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №3. – С. 27-28.
10. Долгашев, В.В. Совершенствование технологии восстановления плунжеров гомогенизаторов молока: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / В.В. Долгашев; Азово-Черноморск. гос. агроинженер. акад. - Зерноград, 2008. – 19 с.
11. Маврутенков, А.А. Технология восстановления деталей из коррозионно-стойких сталей оборудования перерабатывающих предприятий АПК плазменной наплавкой: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / А.А. Маврутенков; РГАЗУ. - Москва, 2011. - 18 с.
12. Грибенченко, А.В. Совершенствование технологии восстановления деталей машин сельскохозяйственного назначения плазменной наплавкой: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / А.В. Грибенченко; Волгогр. гос. с.-х. акад. - Волгоград, 2006. - 19 с.
13. Денисьев, С.А. Технология восстановления деталей молокоперерабатывающего оборудования газопламенным напылением с упрочнением микродуговым оксидированием: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / С.А. Денисьев; РГАЗУ. - Москва, 2003. - 21 с.
14. Боярский В. Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники железоборидными покрытиями: автореф. дис. канд. техн. наук. – / В. Н. Боярский. – М., 2000. – 20 с.
15. Машрабов Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники высокоскоростной аргоно-дуговой наплавкой: автореф. дис. д-ра техн. наук. – / Н. Машрабов, – Челябинск, 2012. – 39 с.
16. Кузнецов Ю. А. Восстановление и упрочнение деталей машин и оборудования АПК микродуговым оксидированием: автореф. дис. д-ра техн. наук. – / Ю. А. Кузнецов. – М., 2006. – 37 с.
17. Федоров, С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники электромеханической обработкой: автореферат дис. д-ра. техн. наук: 05.20.03 / С.К. Федоров; МГАУ им. В.П. Горячкина. - Москва, 2009. - 32 с.
18. Колесников, А.С. Совершенствование технологической схемы и технических средств для получения кормовых дрожжей из свекловичного жома / А.С. Колесников // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2015. - № 1(5). - С. 3–11.
19. Водолазская, Н.В. К вопросу повышения эксплуатационной надежности некоторых видов промышленного оборудования / Н.В. Водолазская, А.Г. Минасян, О.А. Шарая // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії - 2017. - № 1(40). - С. 48–53.
20. Водолазская, Н.В. Повышение ресурса оборудования молочноперерабатывающей промышленности за счет использования композиционных материалов / Н.В. Водолазская, А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян // В сборнике: Конструирование и производство изделий из композиционных материалов Труды Международной научно-практической конференции. - 2015. - С. 15–16.
21. Стребков С.В. Матричные технологии восстановления и упрочнения деталей / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий Материалы XX Международной научно-производственной конференции. - 2016. - С. 104–105.
22. Пастухов А.Г. Характеристика процесса и технических средств для гомогенизации молока / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная // 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.
23. Пастухов А.Г. Структурный анализ гомогенизатора молока / А.Г. Пастухов, И.Ш. Бережная // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: Материалы X Международной научно-практической конференции (Ставрополь, 30 марта – 01 апреля 2017 г.). – Ростов н/Д, 2017. – С. 32-36
24. Пастухов А.Г. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная, Е.М. Жуков // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т.124. № 1. – С. 130-137
25. Пастухов А.Г. Экспериментальные исследования режимов электромеханического упрочнения детали типа «плунжер» / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т.129 – С. 148-157

## References

1. Kirsanova O. V. To the issue of import substitution in agriculture of Russia / O. V. Kirsanova // Strategic directions of development of agriculture of the Central Chernozem region in terms of import: collection of scientific works of RUSSIAN NIIEOAPK Central Chernozem region of Russia. – Voronezh: RUSSIAN NIIEOAPK Central Chernozem region of Russia, in 2016. - P. 135–138.
2. Polunina N. Yu. Directions of state support of the dairy industry in terms of import / N. Yu. Polunin // Strategic directions of development of agriculture of the Central Chernozem region in terms of import: collection of scientific works of RUSSIAN NIIEOAPK Central Chernozem region of Russia. – Voronezh: RUSSIAN NIIEOAPK Central Chernozem region of Russia, in 2016. - P. 241–243.
3. SOYUZMOLOKO. The national Union of milk producers [Electronic resource]. Mode of access: [http://souzmoloko.ru/news/rinok-moloka/rinok-moloka\\_3372.html](http://souzmoloko.ru/news/rinok-moloka/rinok-moloka_3372.html)
4. Novitsky A. E. Improving the durability of parts of the equipment of the dairy industry, is exposed to corrosion-mechanical wear: author. dis. Cand. tech. Sciences.–/ A. E. Novitsky. – Kiev, 1984. -18 c.
5. Farkhshatov M. N. Resource-saving technologies of restoration of parts of agricultural machinery and equipment for electric welding corrosion-resistant and wear-resistant materials: author.dis. d-RA tekhn. Sciences. / M. N. Farkhshatov.– Ufa, 2007. – 33 S.
6. Zainullin A. A. Increase of efficiency of restoration of shafts of agricultural machinery electrocontact welding steel wire by improving technology and equipment: author.dis. Cand. tech. Sciences / A. A. Zainullin. Ufa, 2013. – 19 S.
7. Serov, A. V. Improvement of technology of restoration of details of agricultural machinery electrocontact welding metal belt: abstract.dis. Cand. tech. Sciences / A. V. Serov, Moscow, 2011. 16 p.
8. Ipatov A. G. Development of technology of restoration of parts by laser sintering of ultrafine powder materials: abstract.dis. Cand. tech. Sciences / A. G. Ipatov - Saransk, 2010. - 20 C.
9. Sklar V. A. Metallographic examination of worn pistons homogenizers/ V. A. Sklar, A. I. Pudovkin, V. Dolgashev// Mechanization and electrification of agriculture. – 2005. – No. 3. – Pp. 27-28.
10. Dolgashev, V. V. Improvement of technology of restoration plunger homogenizers, milk: abstract dis. kand. tech. Sciences: 05.20.03 / V. Dolgachev; Azovo-Chernomors. state agroinzhen. Acad. - Zernograd, 2008. – 19 S.
11. Mavrodinov, A. A. the Technology of restoration of parts made of corrosion-resistant steel of equipment of processing enterprises of agroindustrial complex plasma welding: abstract dis. kand. tech. Sciences: 05.20.03 / AA Mavrodinov; RGAZU. - Moscow, 2011. - 18 s.
12. Gribinenko, A. V. Improvement of technology of restoration of details of agricultural machines plasma welding: abstract dis. kand. tech. Sciences: 05.20.03 / A. V. Gribinenko; ] state agricultural Acad. - Volgograd, 2006. - 19 S.
13. Denisov, S. A. the Technology of restoration parts milk processing equipment flame spraying hardening by micro-arc oxidation: abstract dis. kand. tech. Sciences: 05.20.03 / S. A. Denisov; RGAZU. - Moscow, 2003. - 21 S.
14. Boyarskiy, V. N. Restoration of details of agricultural machinery zhelezorudnymi coatings: author. dis. Cand. tech. Sciences. –/ V. N. Boyar. – M., 2000. – 20 c.
15. Mashrabov N. Restoration of details of agricultural machinery high-speed argon-arc welding: author. dis. d-RA tekhn. Sciences. – A / N. Mashrabov. – Chelyabinsk, 2012. – 39 c.
16. Kuznetsov, Y. A. Restoration and hardening of details of machines and equipment, agricultural micro-arc oxidation: author. dis. d-RA tekhn. Sciences. –/ Y. A. Kuznetsov. – M., 2006. – 37 c.
17. Fedorov, K. S. Increase of durability of details of agricultural machinery Electromechanical treatment: author's abstract of dis. ... d-RA. tech. Sciences: 05.20.03 / S. K. Fedorov; MGAU them. V. P. Goryachkin. - Moscow, 2009. - 32 p.
18. Kolesnikov, A. S. Improvement of technological schemes and equipment for fodder yeast from beet forage / A. S. Kolesnikov // Innovations in agriculture: problems and prospects. - 2015. - № 1(5). - S. 3-11.
19. Vodolazsky, N. In. The problem of improving the operational reliability of certain types of industrial equipments / N.In. Vodolazsky, A. G. Minasyan, A. A. Sara // Bulletin of Donbass state engineering Academy - 2017. - № 1(40). - S. 48-53.
20. Vodolazsky, N. In. Increase life of equipment dairy processing industry through the use of composite materials / N.In. Vodolazsky, A. G. shepherd, A. G. Minasian // In the book: Designing and manufacturing articles from composite materials proceedings of the International scientific-practical conference. - 2015. - P. 15-16.
21. Strebkov, S. V. Matrix technology of restoration and strengthening of parts / V. S. Strebkov, A. P. Slobodyuk, V. A. Bondarev // In collection: Problems and prospects of innovative development of agro-technologies Materials of XX International scientific-production conference. - 2016. - S. 104-105.
22. Pastukhov A. G. Characteristics of the process and means for the homogenization of milk / A. G. Pastukhov, O. A. Sharaya, I. Sh. Berezhnaya// Actual problems of scientific-technical progress in agriculture: collection of scientific articles, 25-27 March 2015/ under.common. edited by A. T. Lebedev. –Stavropol: AGRUS of Stavropol state agrarian University, 2015. – S. 164-168.
23. Pastukhov, A. G. Structural analysis of the homogenizer milk / A. G. Pastukhov, I. sh. Berezhnaya // State and prospects of development of agricultural engineering: Materials of X International scientific-practical conference (Stavropol, 30 March – 01 April 2017). – Rostov n/D, 2017. – C. 32-36
24. Pastukhov A. G. Estimation of wear of the working surface of the plunger homogenizer milk / A. G. Pastukhov, O. A. Sharaya, I. Sh. Berezhnaya, E. M. Zhukov // Proceedings of GOSNITI. – 2016. – T. 124. No. 1. – P. 130-137

25. Pastukhov A. G. Experimental studies of the modes of Electromechanical hardening details such as "plunger" / A. G. Pastukhov, O. A. Sharaya, I. Sh Berezhnaya // Proceedings of GOSNITI – 2017. – Т.129 – С. 148-157

#### **Сведения об авторах**

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин ФГБОУ Во Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, pastukhov\_ag@bsaa.edu.ru.

Бережная Ирина Шамилиевна, старший преподаватель кафедры технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, berejnaya\_i@bsaa.edu.ru.

#### **Information about authors**

Pastukhov Aleksandr Gennadievich, doctor of engineering, Professor, head of the Department of technical mechanics and construction of machines FSBEI HE Belgorod SAU, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, pastukhov\_ag@bsaa.edu.ru.

Berezhnaya Irina Shamiliyevna, senior lecturer of the Department of technical mechanics and construction of machines FSBEI HE Belgorod SAU, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, berejnaya\_i@bsaa.edu.ru.

УДК 631.171

*А.В. Сапрыка, Р.С. Сингатулин*

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

**Аннотация.** В статье проанализированы методы и технические средства для дистанционного измерения диэлектрических параметров применительно к биологическим объектам. Наиболее целесообразным представляются измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов в свободном пространстве, ввиду отсутствия физического возмущения вносимого в исследуемый объект при подготовке образца к проведению измерений. Рассмотрены две подгруппы информационно-измерительных систем дистанционного измерения диэлектрической проницаемости объектов в СВЧ диапазоне применительно к биологическим объектам. Отмечено, что в методе стоячей волны имеются недостатки: измерение только на фиксированной частоте; узкополосность; сложность автоматизации процесса измерений. Исследование объекта по методу измерений, основанному на анализе отношений падающих, прошедших и отраженных от исследуемого объекта сигналов, в принципе позволяет решить задачу определения частотных зависимостей комплексных значений диэлектрической проницаемости и магнитной проницаемости. Однако практическая реализация получения требуемых характеристик для исследования биообъектов в свободном пространстве таким методом определения диэлектрической и магнитной проницаемости связана преодолением ряда трудностей, выявленных при анализе современных диэлькометров. На настоящее время практически отсутствуют специализированные диэлькометрические системы для дистанционного измерения электрофизических параметров биологических объектов. Основными требованиями, предъявляемыми к диэлькометрам для диэлектрической спектроскопии, является обеспечение достаточно быстрой перестройки с одной рабочей частоты на другую в пределах заданного диапазона частот и высокая спектральная чистота выходного сигнала при необходимом для зондирования в свободном пространстве уровне мощности. С учетом этих требований был проведен обзор систем генерирования электромагнитных колебаний. Для дистанционного измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов диэлькометрическими системами необходимо в качестве возбудителей источников ЭМК использовать цифровой источник ЭМК с подавлением дискретных составляющих выходного сигнала до уровня 160...200Дб.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, диэлектрическая проницаемость, диэлькометр, биологический объект, диэлькометрическая систем, источник электромагнитных колебаний.

### ANALYSIS OF METHODS AND DIELECTRIC SYSTEMS FOR REMOTE MEASUREMENT OF DIELECTRIC PARAMETERS OF BIOLOGICAL OBJECTS

**Abstract.** The article analyzes methods and technical means for remote measurement of dielectric parameters applied to biological objects. The measurement of the permittivity of biological objects in free space is most appropriate, in view of the absence of physical disturbance introduced into the object under study when preparing a sample for carrying out measurements. Two subgroups of information and measuring systems for remote measurement of the permittivity of objects in the microwave range are considered for biological objects. It is noted that in the standing wave method, there are drawbacks: measurement only at a fixed frequency; narrowband; the complexity of automating the measurement process. The study of an object using a measurement method based on an analysis of the ratios of the incident signals transmitted and reflected from the object under study makes it possible in principle to solve the problem of determining the frequency dependences of the complex values of the dielectric permittivity and magnetic permeability. However, the practical realization of obtaining the required characteristics for the study of bioobjects in free space by such a method of determining the dielectric and magnetic permeability is associated with the overcoming of a number of difficulties revealed in the analysis of modern dielcrometers. At present, there are practically no specialized dielectric systems for remote measurement of electrophysical parameters of biological objects. The main requirements for a dielectric meter for dielectric spectroscopy are to provide a sufficiently fast tuning from one operating frequency to another within a given frequency range and a high spectral purity of the output signal, if necessary to probe the power level in free space. In view of these requirements, an overview was given of the systems for generating electromagnetic oscillations. For remote measurement of the dielectric constant of biological objects by dielectric systems, it is necessary to use a digital EMC source as excitors of EMC sources with suppression of discrete components of the output signal to a level of 160 ... 200 dB.

**Keywords:** electromagnetic field, dielectric permittivity, delamer, biological object, electric systems, a source of electromagnetic oscillations.

В настоящее время в сельском хозяйстве для создания технологий с применением электромагнитных полей необхо-

димо создание базы данных электрофизических характеристик биологических объектов на разных уровнях их организации: микро-, макро- и нано уровнях [1 - 3].

Вопросы эффективного применения электромагнитной энергии в сельскохозяйственном производстве связаны, прежде всего, с изучением диэлектрических свойств биологических объектов. Изучение диэлектрических свойств семян и почвы в зависимости от температуры, влажности, при воздействии электромагнитной энергии, позволит корректировать режимы обработки почвы, глубину заделки семян, оптимальные параметры электромагнитного поля (ЭМП) при обработке семян [4-6].

В опытах с животными было установлено, что ЭМП могут быть использованы при лечении бронхопневмонии, серьезных и гнойных плевритов у овец и коров. Исследования, проводимые на лошадях, крупном рогатом скоте и мелких домашних животных показали также, что электромагнитные излучения могут быть использованы для лечения миозитов, артритов, энтероколитов, эмфиземы и переутомления, а также способствовать быстрому заживлению ран без применения антибиотиков [7].

Поэтому для эффективного применения ЭМП в сельском хозяйстве, пищевой и перерабатывающей промышленности, а так же для контроля качества и сохранности сельскохозяйственной продукции актуальным является создание информационно-измерительных систем для воспроизведения, хранения и передачи размеров единиц комплексной диэлектрической проницаемости биообъектов в широком частотном диапазоне ЭМП [8].

Измерение диэлектрической проницаемости (ДП) материалов и биологических веществ является методологически первой и основной задачей в области контроля состава и свойств материалов и биологических веществ. Кроме того, измерение диэлектрических параметров в области

электромагнитной (ЭМ) биологии, в зависимости от различных физических факторов, требует проведения анализа существующих методов и средств измерения.

Современные методы и средства измерений ДП при нормальных условиях и в условиях внешних воздействий основаны на реакции любого вещества к взаимодействию ЭМП [9-10].

Методы измерения электрофизических свойств веществ в сверхвысокочастотном диапазоне (СВЧ) диапазоне можно разделить на методы измерения в объемном резонаторе, в линии передачи и в свободном пространстве.

Для сельского хозяйства особую ценность представляют измерения диэлектрической проницаемости биообъектов в свободном пространстве, ввиду отсутствия в нем физических возмущений вносимых при подготовке образца к проведению измерений.

Существующие в настоящее время информационно-измерительные системы дистанционного измерения диэлектрической проницаемости объектов в СВЧ диапазоне разделяются на две основные подгруппы: измерители на основе анализа стоячей волны и на основе анализа отношений падающих, прошедших и отраженных от исследуемого объекта сигналов.

Следует отметить, что методу стоячей волны присущи такие недостатки, как: измерение только на фиксированной частоте; узкополосность; сложность автоматизации процесса измерений.

По методу измерений, основанному на анализе отношений падающих, прошедших и отраженных от исследуемого объекта сигналов используют диэлькометры, структурная схема которых приведена на рис. 1.

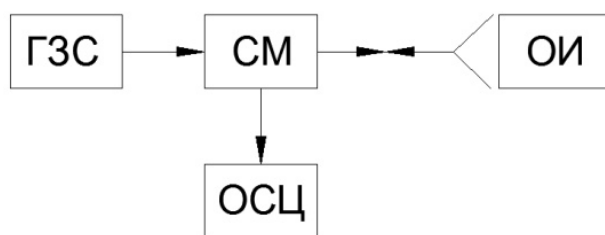


Рис. 1. Структурная схема диэлькометра для измерений в свободном пространстве

Согласно структурной схеме зондирующий сигнал генератора (ГЗС) через широкополосный смеситель (СМ) (выполненный в виде линии передачи с входом и выходом – смеситель «на проход») поступает на исследуемый объект (ОИ) и одновременно после стробоскопического преобразования наблюдается на экране осциллографа (ОСЦ). Отраженный от неоднородностей исследуемого объекта сигнал, пройдя

смеситель, после стробоскопического преобразования наблюдается вместе с зондирующим сигналом на экране осциллографа. Эти сигналы после Фурье- преобразования определяют коэффициент отражения входа системы  $S_{11}$  и коэффициент передачи в прямом направлении  $S_{12}$  поверхности материала образца [11].

$$S_{11} = S_{22} \frac{\Gamma(1 - e^{-2x})}{(1 - \Gamma^2 e^{-2x})} \quad (1)$$

$$S_{12} = S_{21} \frac{\Gamma(1 - \Gamma^2) e^{-x}}{(1 - \Gamma^2 e^{-2x})}, \quad (2)$$

где 
$$\Gamma = \frac{\sqrt{\mu} - \sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{\mu} + \sqrt{\varepsilon}}, \quad x = j\gamma_0 \sqrt{\mu \times \varepsilon}, \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu &= \mu' - j\mu'' \\ \varepsilon &= \varepsilon' - j\varepsilon'' \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$S_{22}$  – коэффициент отражения выхода системы;  $S_{21}$  – коэффициент передачи в обратном направлении;  $\mu', \varepsilon'$  – реальные, а  $\mu'', \varepsilon''$  – мнимые составляющие комплексных величин диэлектрической проницаемости  $\varepsilon$  и магнитной проницаемости  $\mu$ .

При известных значениях коэффициента отражения входа системы  $S_{11}$  и коэффициента передачи в обратном направлении  $S_{21}$  система выражений (1), (2) решается относительно  $\varepsilon$  и  $\mu$  следующим образом:

$$\varepsilon = \sqrt{DC}, \quad \mu = \sqrt{\frac{C}{D}}, \quad (5)$$

где 
$$D = \frac{1 - 2S_{11} + |S|}{1 + 2S_{11} + |S|}, \quad (6)$$

$$C = \frac{\gamma^2}{\gamma_0^2}, \quad \gamma = \gamma_u + n\pi, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

$$\gamma_u = \ln \left( P \pm \sqrt{P^2 - 1} \right),$$

$$P = \frac{1 - |S|}{2S_{21}}, \quad (8)$$

$$|S| = S_{11}^2 - S_{21}^2. \quad (9)$$

Из (1) - (9) следует, что одновременное измерение частотных зависимостей  $S_{11}(f) = S_{21}(f)$  образца, в соответствии с

рис. 1, в принципе, позволяет решить задачу определения частотных зависимостей комплексных значений  $\varepsilon$  и  $\mu$ .

Однако практическая реализация получения требуемых характеристик для исследования биообъектов в свободном пространстве таким методом определения  $\epsilon$  и  $\mu$  связана с преодолением ряда трудностей, выявленных при анализе современных диэлькометров [12-14].

Отсюда следует вывод, что для диэлектрической спектроскопии биообъектов в свободном пространстве, обусловленной свойствами материалов, существующие радиочастотные импульсные системы в большинстве случаев малоприменимы. Дело в том, что зависимость  $\epsilon$  и  $\mu$  от частоты наиболее заметна вблизи линий поглощения, т.е. в частотных зонах малопригодных для существующих задач радиоимпульсного дистанционного зондирования объектов.

Для измерения диэлектрической проницаемости биологических объектов в свободном пространстве в настоящее время отсутствуют специализированные диэлькометры.

Для дистанционных диэлектрических исследований биологических объектов в свободном пространстве предпочти-

тельным является применение многочастотной диэлькометрической системы [ДС] с быстрой перестройкой частоты задающего генератора. Наиболее распространенным способом изменения несущей частоты в многочастотных ДС является быстрая перестройка частоты маломощного задающего генератора СВЧ с последующим усилением (если это необходимо) генерируемых им сигналов в широкополосном усилителе мощности.

В качестве перестраиваемых задающих генераторов в СВЧ диапазоне предпочтительно использование источника электромагнитных колебаний (ЭМК).

Известно, что потенциальные значения тактико-технических характеристик (ТТХ) определяются параметрами зондирующих сигналов и системой их обработки [15-17]. При выбранных параметрах сигнала и системы обработки, реализация основных потенциальных ТТХ зависит от стабильности параметров зондирующих сигналов, в первую очередь, фазовых характеристик, которые определяются суммарным влиянием различных причин [15]. Там же показано, что суммарное влияние искажений фазы определяется выражением

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2, \quad (10)$$

где  $\sigma_{\Sigma}$  - дисперсия фазы зондирующего сигнала;  $\sigma_1$  - дисперсия фазы в приемо-передающем тракте;  $\sigma_2$  - дисперсия фазы за счет изменения положения ДС;  $\sigma_3$  - дисперсия фазы за счет распространения сигнала;  $\sigma_4$  - дисперсия фазы при отражении сигнала от объектов;  $\sigma_5$  - дисперсия фазы в системе обработке.

Указанные причины искажения фазы приводят к искажению выходного сигнала и в конечном итоге ухудшают потенциальные характеристики ДС [16]. Для

диэлектрической спектроскопии при ближнеполюсном зондировании биообъектов  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  пренебрежительно малы.

Основными характеристиками диэлькометра для диэлектрической спектроскопии биообъектов в свободном пространстве является разрешающая способность и точность измерений [17].

Проведем оценку влияния помех на точностные показатели качества диэлькометра. Известно, что разрешающая способность ДС по коэффициенту затухания  $\alpha$  характеризуется интервалом  $\Delta\alpha$  [17].

$$\Delta\alpha \cong \Delta\alpha_{\text{пот}} \left| \frac{N_0(f) + M(f)}{N_0(f)} \right|, \quad (11)$$

где  $\Delta\alpha, \Delta\alpha_{\text{пот}}$  - соответственно реальный и потенциальный интервалы разрешения ДС по коэффициенту затухания  $\alpha$ ;  $N_0(f)$  – спектральная плотность внутренних шумов, пересчитанных на вход;  $M(f)$  – мгновенный спектр внешних помех на входе ДС.

где  $\beta$  - потенциальная разрешающая способность ДС,  $\mathcal{E}$  – энергия сигнала. При этом вводятся коэффициенты потерь  $k_1, k_2$ , учитывающие соответственно уменьшение

Обычно точность ДС оценивается среднеквадратичной ошибкой измерений. В инженерной практике для определения реальной точности ДС широко используется формула для потенциальной среднеквадратичной ошибки измерений коэффициента затухания  $\alpha$  [18].

$$\sigma_{\alpha_{\text{пот}}} = \frac{\beta}{\sqrt{2\mathcal{E}} \cdot |N_0(f)|}, \quad (12)$$

отношения сигнал-шум и ухудшение  $\beta$ . Реальное значение сигнал-шум находят по формулам:

$$\frac{\sqrt{2\mathcal{E}}}{|N_0(f)+M(f)|} = \frac{\sqrt{2\mathcal{E}}}{|N_0(f)|} \frac{|N_0(f)|}{|N_0(f)+M(f)|}, \quad (13)$$

$$k_1 = \frac{|N_0(f)+M(f)|}{|N_0(f)|}, \quad (14)$$

$$k_2 \cong \frac{|N_0(f)+M(f)|}{|N_0(f)|}. \quad (15)$$

Среднеквадратичную ошибку измерения

можем оценить по формуле:

$$\sigma_{\alpha} \cong \frac{\beta}{\sqrt{2\mathcal{E}}} k_1 k_2 = \sigma_{\alpha_{\text{пот}}} \frac{|N_0(f)+M(f)|^2}{|N_0(f)|}. \quad (16)$$

Анализ формул (11) ÷ (16) показывает, что высокая разрешающая способность и точность измерений может быть обеспечена в основном за счет высокой чистоты спектра выходного сигнала диэлькометра.

Основной вклад в ухудшение потенциальных характеристик ДС вносит приемно-передающий тракт [16]. Поэтому, исходя из условий работы ДС, к фазовой стабильности приемно-передающего тракта предъявляются очень жесткие требования. При идеальной стабильности этого тракта отсутствуют случайные изменения принятого сигнала, обусловленные флуктуациями амплитуды и фазы зондирующего сигнала, а также отраженного сигнала в результате его прохождения через приемное

устройство. Но реальный приемно-передающий тракт вносит фазовые искажения, как по амплитуде, так и по частоте.

В свою очередь кратковременная стабильность частоты возбудителя, в том числе и источника ЭМК, определяется суммарным действием детерминированных и флуктуационных возмущений в спектре выходного сигнала, в отличие от идеального источника ЭМК. [17].

Если спектр помехи выходного колебания источника ЭМК является не только сплошным, но и содержит  $n$  дискретных спектральных линий и если все компоненты помехи взаимно некоррелированы, то чистота спектра реального источника ЭМК характеризуется выражением:



$$D = \frac{P_n}{P_c} = \frac{P_{nш} + \sum_{k=1}^n P_{ng}}{P_c} = \frac{P_{nш}}{P_c} + \sum_{k=1}^n \frac{P_{ng}}{P_c}, \quad (17)$$

где  $P_{nш}$ - помеха, имеющая шумовой спектр;  $P_{ng}$ - помеха, имеющая только одну дискретную линию.

С учетом (17) вытекает, что для получения высокой разрешающей способности диэлькометра  $\leq 1\%$  необходимо, чтобы дискретные компоненты в спектре выходного сигнала источника ЭМК должны быть подавлены до уровня собственных фазовых шумов источника ЭМК, т.е. до  $-160$  дБ.

Для работы ДС в сантиметровом (СМ) и миллиметровом (ММ) диапазонах, заданное быстродействие и высокая чистота спектра обеспечивается применением источников ЭМК частоты. Построение систем генерирования электромагнитных колебаний СВЧ диапазона для исследования биообъектов в свободном пространстве возможно с использованием в качестве возбудителей – гетеродинных рефлектометров.

Основными требованиями, предъявляемыми к диэлькометрам для диэлектрической спектроскопии, является обеспечение достаточно быстрой перестройки с одной рабочей частоты на другую в пределах заданного диапазона частот и высокая спектральная чистота выходного сигнала при необходимом для зондирования в свободном пространстве уровне мощности. Этому вопросу посвящен ряд публикаций [19-21]. Основой для разработки систем генерирования ЭМК подобного типа может служить монография Галина А. С. [20]. Согласно выводам и практическим рекомендациям этой работы в СМ и тем более в ММ диапазонах волн наиболее полное удовлетворение требованиям по основным характеристикам можно получить путем косвенного метода генерирования ЭМК на основе аналоговых и цифровых систем ФАПЧ. Это вызвано тем обстоятельством, что прямой метод генерирования ЭМК не позволяет получить высокую спектральную чистоту выходного сигнала, т.к. умножение и другие нелинейные преобразования частоты опорных генераторов в области ММ диапазона

приводит к недопустимому уровню флуктуационных и дискретных побочных составляющих в спектре выходного сигнала.

В работе [22] описан источник ЭМК СВЧ диапазона волн, обладающий очень малым уровнем шумов. Собственно источник ЭМК работает в диапазоне 7,2-7,4 ГГц и выполнен на основе цифровой ФАПЧ. За счет применения в СВЧ подстраиваемом автогенераторе высокочастотного резонатора ( $Q \geq 2,3 \cdot 10^4$ ) из титаната бария получена спектральная плотность мощности фазовых шумов – 130 дБ/Гц на расстоянии 1 кГц от несущей. Однако перенос частоты такого источника ЭМК в область 93 ГГц и выше с помощью диодного умножителя увеличивает уровень мощности фазовых шумов до 75 дБ/Гц на частоте 1 кГц и до  $-105$  дБ/Гц – на 100 кГц от несущей. Естественно, дальнейшее умножение частоты еще больше ухудшит спектральные характеристики выходного сигнала.

Применение прямого метода генерирования в чистом виде даже в СМ диапазоне волн дает недопустимый уровень дискретных побочных составляющих. В быстродействующем частотном источнике ЭМК диапазона 5-6 ГГц для приемного устройства получено подавление побочных дискретных составляющих в спектре выходного сигнала до 30 дБ. Умножение частоты такого сигнала в ММ диапазоне волн приведет к недопустимому их уровню, т.к. в процессе умножения их уровень возрастает с приращениями 6 дБ на октаву. Такими же недостатками обладает и метод расширения диапазона частот источника ЭМК, в котором для этих целей на выходе источника ЭМК включают несколько умножителей с полосовыми фильтрами и фильтром низких частот, служащим для подавления гармоник частоты высших порядков.

Различные варианты схемных решений умножителей частоты не дают ощутимого результата по ухудшению спектральной чистоты выходного сигнала [23].

Разработка и применение систем генерирования ЭМК с умножением объясняется, прежде всего, желанием использовать уже существующие источники ЭМК ДМ и СМ диапазонов в требуемом участке ММ диапазона. Однако получаемые при этом спектральные характеристики выходных сигналов не удовлетворяют требованиям многих случаев применения, в связи с чем появляются публикации о разработках источников ЭМК ММ диапазона с применением систем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) [24]. Наиболее простой способ переноса частоты существующих источников ЭМК в ММ диапазон волн с одновременным получением требуемых спектральных характеристик является применение систем ФАПЧ в качестве активных фильтров при умножении частоты источника ЭМК.

На основе проведенного обзора, связанного с разработкой систем генерирования ЭМК ММ диапазона, заключить:

- прямой метод генерирования сетки частот не может быть применен в ММ диапазоне радиоволн, т.к. он не позволяет обеспечить высокие требования по спектрально-флуктуационным характеристикам;

- применение многокольцевых аналоговых и цифровых систем ФАПЧ в синтезаторах позволяет получить сетку частот практически в любом диапазоне радиоволн с высокими спектрально-флуктуационными, энергетическими и другими характеристиками, что позволит реализовать требования, предъявляемые к возбудителю диэлькометрических систем для дистанционного исследования ДП биообъектов в свободном пространстве;

- Практически отсутствуют источники ЭМК, обладающие в указанных диапазонах волн высокой спектральной чистотой сигнала с удовлетворяющей скоростью перестройки для работы в диэлькометрических системах дистанционного измерения.

- недостаточно внимания уделено анализу влияния побочных составляющих в спектре выходного сигнала, механизму их образования и путям их устранения;

- недостаточен исследован вопрос о применении компенсаторов для устранения частоты сравнения и ее гармоник в спектре выходного сигнала.

В связи с изложенным, актуальным является создание возбудителя диэлькометрических систем для измерения диэлектрической проницаемости биообъектов в свободном пространстве.

#### **Выводы:**

1. Для реализации технологий с применением электромагнитных полей, а также для разработки методов контроля качества и сохранности сельскохозяйственной продукции актуальным является создание диэлькометрических систем дистанционного измерения диэлектрической проницаемости в биологических объектах.

2. На настоящее время практически отсутствуют специализированные диэлькометрические системы для дистанционного измерения электрофизических параметров биологических объектов в широком частотном диапазоне.

3. Для дистанционного измерения диэлектрической проницаемости в биологических объектах диэлькометрическими системами рекомендуются в качестве возбудителей источников ЭМК использовать цифровой источник ЭМК с подавлением дискретных составляющих выходного сигнала до уровня 160...200Дб.

#### **Библиография**

1. Бессонов, А. Е. Информационная медицина / А. Бессонов, Е. Калмыкова. – М.: Парус, 2003. – 656 с.
2. Каменская, М. А. Информационная биология / Каменская М. А. – М.: Академия, 2006. – 386 с.
3. Запорожан, В. Н. Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения. Сборник. / Запорожан В. Н., Реброва Т. Б., Хаит О. В. // – М.: ИРЭ АН СССР. – 1987. – С. 21 –34.
4. Вендин, С.В. Технологические приемы СВЧ обработки семян в слое / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. № 2(10), 2016.- С. 3 - 11.
5. Вендин, С.В. Регрессионный анализ влияния удельной СВЧ мощности и экспозиции, скорости и конечной температуры нагрева на предпосевную обработку семян пшеницы / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. № 2(6), 2015.- С. 9 - 13.

6. Вендин, С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. № 1(1), 2014.- С. 4 - 10.
7. Вендин, С.В. Стимулирующее влияние излучения СВЧ-диапазона на сельскохозяйственных животных / С.В. Вендин, В.В. Ботман, Г.С.Походня, Ю.В.Иванова, А.М.Стадник, Н.В.Черный// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.- № 2, 2014. - С. 50-52.
8. Вендин, С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян. Монография / С.В. Вендин.- М.: ЦКБ «Бибком», 2015. – 137 с. ISBN-online 978-5-905563-38-6.
9. Брандт, А.А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. А.А. Брандт. – М. : Энергия, 1964. – 263 с.
10. Завьялов, А. С. Измерение параметров материалов на СВЧ / А. С. Завьялов. – Томск. : Издательство Томского университета, 1985. – 215 с.
11. Глебович, Г. В. Исследование объектов с помощью пикосекундных импульсов / Г. В. Глебович, А. В. Андриянов, Ю. В. Введенский. – М. : Радио и связь, 1984. – 256 с.
12. Андреев, Г. А. Радиоволновые системы подповерхностного зондирования / Андреев Г. А., Заенцев Л. В., Яковлев В. В. // Зарубежная радиоэлектроника. – 1991. – №2. – С. 3 – 23.
13. Астанин, Л. Ю. Основы сверхширокополосных измерений / Астанин Л. Ю., Костылёв А. А. – М. : Радио и связь, 1989. – 192 с.
14. Масалов, С. А. Проблемы и пути развития сверхширокополосной видеоимпульсной георадиолокации / С. А. Масалов, Г. П. Почанин // Радиофизика и электроника. – 2005. – Том 10. – С. 633 – 640.
15. Теоретические основы радиолокации / под ред. В. Е. Дулевича. – М. : Сов. радио, 1978. – 608 с.
16. Мунтян, В.А. Влияние электромагнитных излучений на образование свободных радикалов в биообъектах / В.А. Мунтян // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – Харьков: «СВЭКО». – 2006. – №10. – С. 17–23.
17. Справочник по радиолокации / под ред. М. Скольника. Нью-Йорк, 1970. Пер. с англ. под общ. ред. К. Н. Трофимова. Том 2. Радиолокационные антенные устройства. Под ред. В. И. Дудника. – М.: Сов. радио, 1977. – 408 с.
18. Бартон, Д. Справочник по радиолокационным измерениям / Д. Бартон, Г. Вард. – М. : Сов. радио, 1976. – 392 с.
19. Левин, В. А. Стабилизация дискретного множества частот. – Л.: «Энергия», 1970. – 328 с.
20. Галин, А. С. Диапазонно-кварцевая стабилизация СВЧ / Галин А. С. – М.: Связь, 1976. – 256 с.
21. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации / 2-е издание. Под ред. В. В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 1989. – 230 с.
22. Потапов, Ю. И. Новинки СВЧ технологий с лондонской выставки EuMW2001 / Ю. Потапов // Электронные компоненты. – 2011– № 6. – С. 1 – 7.
23. Homer, R. C. Microwave – frequency synthesizer / Homer R. C. // Electron. Lettters. – 1978. – № 7. – P. 156 – 157.
24. Gupta, P. K. Solid state C-band frequency synthesizer / Gupta P. K. Son S. A. // Proc. Inf. Symp. Jussfrow. Calcuta. – 1978. – P. 138 –141.

#### References

1. Bessonov, A. E. Informatsionnaja meditsina [Information medicine]. A. Bessonov, E. Kalmykova. Moscow, Parus [Sail Publ.], 2003. 656 p.
2. Kamenskaya, M. A. Informacionnaya biologiya [Informational biology]. Kamenskaya M. A. Moscow, Akademiya [Academy Publ.], 2006. 386 p.
3. Zaporozhan, V. N. Mediko-biologicheskie aspekty millimetrovogo izlucheniya. Sbornik [Medico-biological aspects of millimeter radiation. Collection]. Zaporozhan V. N., Rebrova T. B., Hait O. V. Moscow, IREH AN SSSR [Institute of radio engineering and electronics Academy of Sciences], pp. 21-34.
4. Vendin, S.V. Tekhnologicheskiye priyemy SVCH obrabotki semyan v sloye / S.V. Vendin // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. № 2(10), 2016.- S. 3 - 11.
5. Vendin, S.V. Regressionnyy analiz vliyaniya udel'noy SVCH moshchnosti i ekspozitsii, skorosti i konechnoy temperatury nagreva na predposevnyuyu obrabotku semyan pshenitsy / S.V. Vendin // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. № 2(6), 2015.- S. 9 - 13.
6. Vendin, S.V. Eksperimental'nyye issledovaniya predposevnoy obrabotki semyan pshenitsy elektromagnitnym polem SVCH / S.V. Vendin // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. № 1(1), 2014.- S. 4 - 10.
7. Vendin, S.V. Stimuliruyushcheye vliyaniye izlucheniya SVCH-diapazona na sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh / S.V. Vendin, V.V. Botsman, G.S.Pokhodnya, YU.V.Ivanova, A.M.Stadnik, N.V.Chernyy// Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.- № 2, 2014. - S. 50-52.
8. Vendin, S.V. Teoriya i matematicheskiye metody analiza elektrodinamiki protsessov SVCH obrabotki semyan. Monografiya / S.V. Vendin.- М.: TSKB «Bibkom», 2015. – 137 s. ISBN-online 978-5-905563-38-6.
9. Brandt, A.A. Issledovanie di'elektrikov na sverhvysokih chastotah [Investigation of dielectrics at microwave frequencies]. A.A. Brandt. Moscow, ENergiya [Energy Publ.], 1964. 263 p.
10. Zav'jalov, A. S. Izmerenie parametrov materialov na SVCh. A. S. Zav'jalov [Measurement of materials at microwave frequencies]. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo universiteta [Tomsk University Publ.], 1985. 215p.

11. Glebovich, G. V. Issledovanie ob'ektov s pomoshch'yu pikosekundnykh impul'sov [Study of objects using picosecond pulses]. G. V. Glebovich, A. V. Andriyanov, YU. V. Vvedenskij. Moscow, Radio i svyaz' [Radio and communication Publ.], 1984. 256p.
12. Andreev, G. A. Radiovolnovye sistemy podpoverhnostnogo zondirovaniya [Radiowave systems subsurface sensing]. Andreev G. A., Zaencev L. V., YAKovlev V. V. Zarubezhnaya radioehlektronika [Foreign electronics Publ.], 199, no.2, pp. 3-23.
13. Astanin, L. YU. Osnovy sverhshirokopolosnykh izmerenij [Fundamentals of UWB measurements]. Astanin L. YU., Kostilyov A. A. Moscow, Radio i svyaz' [Radio and communication Publ.], 1989. 192p.
14. Masalov, S. A. Problemy i puti razvitiya sverhshirokopolosnoj videoimpul'snoj georadiolokacii [Problems and ways of development of UWB video pulse georadar]. S. A. Masalov, G. P. Pochanin. Radiofizika i ehlektronika [Radiophysics and electronics Publ.], 2005, no.10, p. 640.
15. Teoreticheskie osnovy radiolokacii / pod red. V. E. Dulevicha [Theoretical basis of radar. Ed. VE Dulevicha]. Moscow, Sov. Radio [Soviet radio Publ.], 1978. 608 p.
16. Muntyan, V.A. Vliyanie elektromagnitnih izluchenii na obrazovanie svobodnih radikalov v bioobjektah [Influence of electromagnetic radiation on the formation of free radicals in bioobjects]. EHnergoberezhenie, ehnergetika, ehnergoaudit. Har'kov: «SVEHKO» [Energy saving, energy, energy audit. Kharkov: "SVECO"], 2006, no. 10, pp. 17–23.
17. Spravochnik po radiolokacii. Pod red. M. Skolnika. N'yu-Jork, 1970. Per. s angl. pod obshch. red. K. N. Trofimova. Tom 2. Radiolokacionnye antennye ustrojstva / pod red. V. I. Dudnika [Reference book of radar. Ed. by M. Skolnik. New York, 1970. Per. from English. under the General editorship of K. N. Trofimov. No. 2. The radar antenna. Under the editorship of V. I. Dudnik]. Moscow, Sov. radio [Soviet radio Publ.], 1977. 408 p.
18. Barton, D. Spravochnik po radiolokacionnym izmereniyam [Reference book of radar measurements]. D. Barton, G. Vard. Moscow, Sov. radio [Soviet radio Publ.], 1976. 392 p.
19. Levin, V. A. Stabilizaciya diskretnogo mnozhestva chastot [Stabilization of a discrete set of frequencies]. Leningrad, EHnergiya [Energy Publ.], 1970, 328 p.
20. Galin, A. S. Diapazonno-kvarcevaya stabilizaciya SVCH [Band-quartz stabilized microwave]. Galin A. S. Moscow, Svyaz' [Link Publ.], 1976, 256 p.
21. Sistemy fazovoj sinhronizacii s ehlementami diskretizacii. 2-e izdanie. Pod red. V. V. SHahgil'dyana [System phase sync with the elements discretizing. 2nd edition. Under the editorship of V. V. Shakhgildyan]. Moscow, Radio i svyaz' [Radio and communication Publ.], 1989, 230 p.
22. Potapov, YU. I. Novinki SVCH tekhnologij s londonskoj vystavki EuMW2001 [Novelties of microwave technologies show London EuMW2001]. YU. Potapov. EHlektronnye komponenty [Electronic components], 2011, no.6, pp. 1-7.
23. Homer, R. C. Microwave – frequency synthesizer. Homer R. C. Electron. Letters, 1978, no. 7, pp. 156 – 157.
24. Gupta, P. K. Solid state C-band frequency synthesizer. Gupta P. K. Son S. A. Proc. Inf. Symp. Jussorw. Calcuta, 1978, pp. 138 –141.

#### Сведения об авторах

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

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

#### Information about authors

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

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

УДК 669.1.017

*О.А. Шарая, Н.В. Водолазская*

## УПРОЧНЕНИЕ ЧУГУНА ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по химико-термической обработке одного из перспективных материалов по технологическим и экономическим показателям – серого чугуна. Одновременное насыщение чугуна азотом и углеродом из расплавов циановокислых солей позволяет получить упрочненный слой небольшой толщины 15-25 мкм, не обеспечивающий сопротивление износу, и приводит к его быстрому выкрашиванию в условиях эксплуатации. Предложен способ комплексной упрочняющей обработки деталей из серого чугуна, включающий в себя предварительное диффузионное насыщение хромом и ванадием с последующей карбонитрацией. Показано, что такая обработка обеспечивает получение диффузионного покрытия глубиной 35 – 45 мкм, состоящего из слоя карбидов тугоплавких металлов – ванадия и хрома, за которым располагается подслоя карбонитридов железа переходящий в матрицу с исходной ферритно-перлитной структурой серого чугуна. Описываются достоинства и недостатки способов упрочняющей обработки чугуна и возможность замены в изделиях материала легированного чугуна на серый чугун с упрочняющими покрытиями. Приводится сравнительный анализ микроструктур после карбонитрации и после обработки в циановокислых солях предварительно хромированных и ванадированных образцов. Описывается механизм и особенности формирования упрочняющих покрытий на сером чугуне в условиях повышенного содержания кремния и наличия графитовых включений. Показаны результаты микродюрометрического, микрорентгеноспектрального анализа и свойств образцов после различных видов обработки. Отмечается повышение твердости после комплексной обработки в 4-5 раз, а износостойкости в 2,5 – 4 раза по сравнению с литым состоянием. По эксплуатационным характеристикам разработанные модифицированные слои превосходят свойства покрытий, полученных путем предварительного нанесения из паст и обмазок.

**Ключевые слова:** чугун, диффузия, технология, насыщение, хром, ванадий, карбонитрация, износ, микроструктура, твердость.

### HARDENING OF CAST IRON BY DIFFUSION METALLIZATION

**Abstract.** The paper presents the results of research on thermochemical treatment of one of perspective materials on technological and economic indicators – gray cast iron. Simultaneous enrichment of cast iron nitrogen and carbon from melts the cyanate allows to receive the strengthened layer of small thickness of 15-25 microns not providing resistance to wear and leads to his fast crumbling under operating conditions. The way of the complex strengthening processing of details from gray cast iron including preliminary diffusive enrichment by chrome and vanadium with the subsequent carbonitriding is offered. It is shown that such processing provides the diffusive covering of 35 - 45 microns in depth consisting of a layer of carbides of refractory metals – vanadium and chrome behind which the underlayer of carbonitride of iron passing into a ferrite-pearlite matrix of gray cast iron settles down. Merits and demerits of ways of the strengthening processing of cast iron and possibility of replacement in products of material of the alloyed iron by gray cast iron with the strengthening coverings are described. The comparative analysis of microstructures after carbonitriding and after processing in the cyanate which are previously chrome and vanadium test bars is provided. The mechanism and features of formation of the strengthening coverings on gray cast iron in the conditions of the increased content of silicon and existence of graphite inclusions is described. Results of the microhardness, electron microprobe analysis and properties of samples after different types of processing are shown. Increase in hardness after complex processing by 4-5 times, and wear resistance by 2,5 – 4 times in comparison with a cast state is noted. The developed modified layers surpass properties of the coverings received by way of preliminary application from pastes and envelopes in operational characteristics.

**Keywords:** cast iron, diffusion, technology saturation, chromium, vanadium, carbonitriding, wear, microstructure, hardness.

**Введение.** Серый чугун является перспективным материалом по технологическим и экономическим показателям. Он применяется для изготовления деталей транспортной и сельскохозяйственной техники различной категории сложности, работающих в условиях сухого трения скольжения и трения со смазкой [1]. Однако, ресурс работы таких деталей в условиях вы-

соких удельных нагрузок и, особенно в случае попадания в зону трения абразивных частиц является низким [2].

Продление ресурса работы деталей из серого чугуна и возможности замены деталей из дорогих легированных чугунов деталями из серого чугуна, содержащими износостойкие и коррозионностойкие покрытия, является актуальной задачей, так как

удешевляет сельскохозяйственную технику, оснащенную такими деталями.

Широкие возможности в этом направлении открывают методы комбинированного насыщения металлов и сплавов с возможностью получения композиционных покрытий с более высоким уровнем эксплуатационных свойств по сравнению со свойствами диффузионных слоев, образовавшихся при насыщении одним или двумя элементами.

Для деталей, работающих на износ, целесообразно применение для карбонитрации серых чугунов, предварительно поверхностно легированных элементами, обладающими высоким сродством к азоту и углероду, способными образовывать в диффузионном слое мелкодисперсные, устойчивые против коагуляции нитриды и карбонитриды. Это даст возможность повысить экономическую эффективность процесса карбонитрации, не применяя дорогостоящих высоколегированных чугунов.

Одним из способов получения легированных слоев на поверхности чугуна перед карбонитрацией является диффузионная металлизация.

Диффузионная металлизация - процесс, основанный на диффузионном насыщении поверхностных слоев изделий из металлов и сплавов различными металлами, который проводят, чтобы придать поверхности деталей специальные физико-химические и механические свойства.

В настоящее время диффузионная металлизация находит широкое применение, в основном для изделий из стали. Для поверхностного насыщения стали используют ванадий, вольфрам, титан, молибден, хром и другие металлы [3,4]. Имеется ряд работ по упрочнению, восстановлению, а также комплексному насыщению стальных и чугунных изделий несколькими элементами [5 - 18].

В промышленности нашло применение последовательное насыщение стали углеродом и хромом (карбохромирование) [4], повышающее твердость, износостойкость и задиристость, усталостную и коррозионную прочность, жаростойкость и эрозионную стойкость стали в агрессивных

средах. Хромирование предварительно цементованной стали предотвращает образование обезуглероженного слоя и приводит к увеличению глубины карбидных слоев, особенно слоя карбидов  $(Fe, Cr)_{23}C_6$ , имеющего более высокую микротвердость по сравнению с карбидом  $(Fe, Cr)_7C_3$ . Попытки цементировать сталь после хромирования не дали положительных результатов в связи с образованием на поверхности хрупких пористых слоев. Лучшие результаты получены при карбидизации электролитических хромовых покрытий. Однако процесс электролитического осаждения хрома малопродуктивен и его отходы вредны для окружающей среды. Кроме того, гальваническое хромовое покрытие в процессе эксплуатации может скалываться и играть роль абразивных частиц, приводящих к уменьшению износостойкости. Последующая цементация не устраняет отмеченных недостатков.

Цель данной работы исследование влияния диффузионной металлизации с последующей карбонитрацией на структуру и свойства чугуна.

**Материалы и методика проведения исследований.** Объектом исследования явились образцы и детали из серого чугуна марки СЧ 25 (ГОСТ 1412-85).

Предварительное диффузионное насыщение образцов ванадием и хромом осуществляли в контейнере с плавким затвором из порошковых смесей соответственно при температурах 1100 и 950°C, после чего проводили карбонитрацию в соляных ваннах на установке печь-ванна в расплаве циановокислого калия  $KCNO$  (85%) и поташа  $K_2CO_3$  (15%) при температуре 570 °C в течении 5 часов по методике, описанной в работе [6]. Для сравнения проводили карбонитрацию в исходном (литом) состоянии.

Металлографические и микродюрметрические исследования проводили на оптическом микроскопе Neophot-2 с приставкой для измерения микротвердости, полуквантитативный микрорентгеноспектральный анализ – на микроанализаторе EMAX - 8500E при ускоряющем напряжении 15 кВ и увеличении в 1000 раз и в растворе электронном микроскопе TESCAN

VEGA // LSU с энергодисперсионным микроанализатором системы INCA Energy-350 производства OXFORD Instruments (Англия).

Испытания образцов на износостойкость проводили на машине трения конструкции НИИТАвтопрома. При испытании образец из упрочненного чугуна совершал возвратно-поступательное движение по контртелу из литого чугуна со скоростью  $V=0,132$  м/с. В процессе испытания пары трения смазку трущихся поверхностей осуществляли непрерывно (масло индустриальное И20). На первой стадии испытания проводили притирку рабочих поверхностей в течение одного часа при нагрузке 25 МПа. В дальнейшем

нагрузку дискретно увеличивали на 25 МПа через каждый час работы до максимального значения 250 МПа. Затем образцы взвешивали на аналитических весах и проводили микрометраж. В качестве характеристики износостойкости принимали линейный и весовой износ с точностью  $\pm 2$  мкм и  $\pm 0,01$  г, соответственно.

**Результаты и их анализ.** В процессе карбонитрации на поверхности литого чугуна образуется карбонитридный слой, состоящий из оксидов шпинельного типа  $Fe_3O_4$ , и смеси карбонитридов  $Fe_3(N,C)$  и нитрида железа  $Fe_4N$ , легированных небольшим количеством марганца и хрома (рисунки 1 и 2).

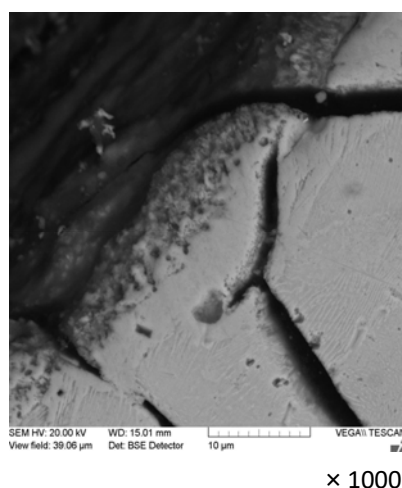


Рис. 1. Микроструктура серого чугуна после карбонитрации

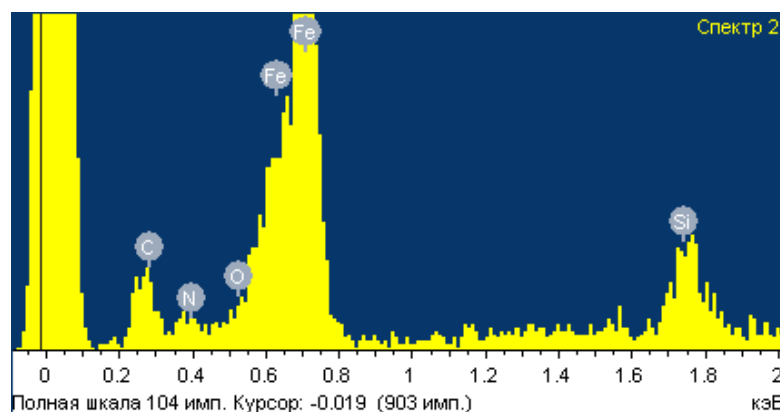


Рис. 2. Распределение элементов в поверхностном слое чугуна после карбонитрации

Микротвердость слоя по мере удаления от поверхности к сердцевине образца плавно уменьшалась с 1,4 – 1,6 ГПа до ис-

ходных значений – 0,8 ГПа. Глубина карбонитридного слоя составляла 15-25 мкм. Повышенное содержание кремния (2,87 %) в чугуне и наличие графитовых включений

препятствуют насыщению металла азотом и углеродом в результате чего на поверхности образуется диффузионный слой небольшой глубины, быстро изнашивающийся в процессе эксплуатации.

Так как глубина карбонитрированного слоя возрастает с увеличением температуры и продолжительности насыщения, для повышения эффективности процесса необходимо либо повысить температуру карбонитрации, либо увеличить время обработки. Однако с ростом продолжительности обработки повышается себестоимость и снижаются экономические показатели процесса, а с увеличением температуры рабочей ванны выше 600 °С снижается активность расплава и процессы диффузии углерода и азота в металл резко замедляются.

Для интенсификации процессов на насыщаемой поверхности в работе применяли предварительную диффузионную металлизацию чугуна. Эффективность предварительного диффузионного насыщения металла тем или иным элементом зависит от его растворимости в матрице, что в значительной степени определяется соотноше-

нием их атомных диаметров. На основе анализа справочных данных сделаны выводы, что в качестве элементов для поверхностного легирования железа и его сплавов наилучшим образом подходят Al, Ti, Si, V, Cr. Если применять эти элементы в качестве исходных для формирования диффузионных покрытий, то создаются условия для образования твердых растворов и самостоятельных фаз указанных элементов на поверхности упрочняемого материала.

В работе предварительное диффузионное насыщение проводили из твердой фазы тугоплавкими металлами (V, Cr), упругость паров которых меньше упругости паров основного металла (Fe). Процесс протекал в герметизированном контейнере в нейтральной среде при температурах 950—1100°С из порошковых смесей.

Предварительное диффузионное насыщение чугуна такими сильными нитридо- и карбидообразующими элементами, как хром и ванадий, обеспечивает возможность получения прочного легированного карбонитридного слоя глубиной 35-45 мкм (рисунки 3 и 4).



× 1000

Рис. 3. Микроструктура поверхностного слоя чугуна после карбонитрации с предварительным ванадированием



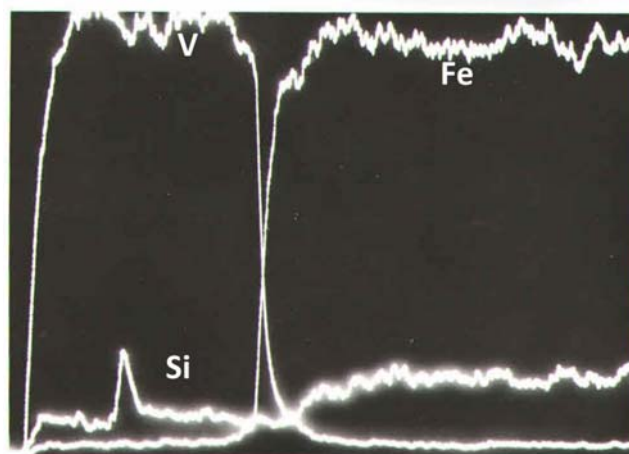


Рис. 4. Распределение элементов по линии в поверхностном слое чугуна после карбонитрации с предварительным ванадированием

При карбонитрации диффузия азота и углерода происходит в предварительно модифицированный чугун, являющийся многокомпонентным сплавом на основе железа, с поверхности вглубь детали при одновременной встречной диффузии ванадия, железа и углерода из глубинных слоев. Насыщаемые элементы диффундируют до тех пор, пока их концентрация на поверхности не достигнет стехиометрической для образования нитридов или карбидов.

Интенсивность характеристического рентгеновского излучения ванадия в поверхностных слоях после карбонитрации с предварительной металлизацией поверхности резко возрастает, что свидетельствует о повышении концентрации ванадия. По мере удаления от поверхности образцов вглубь содержание ванадия уменьшается

при одновременном увеличении концентрации железа. Рентгеноструктурным анализом было установлено, что на поверхности располагается слой карбидов вольфрама  $V_2C$  и  $VC$ , за которым наблюдается образование подслоя, состоящего из карбонитрида типа  $(Fe, V)_3(N,C)$ , в котором содержится до 3-4% ванадия. Далее располагается гетерофазная зона, переходящая в сердцевину с исходной ферритно-перлитной структурой чугуна. Характерной для комплексного насыщения чугуна является диффузия ванадия по границам графитовых включений (рисунки 5 и 6). При этом наблюдается обогащение ванадием как поверхностного слоя, так и границ графитовых включений, что способствует повышению прочности сцепления полученного покрытия с основным металлом.



× 1000

Рис. 5. Общий вид поверхностного слоя серого чугуна после карбонитрации с предварительным ванадированием



× 1000

Рис. 6. Изображение поверхностного слоя в характеристических лучах ванадия

В результате комбинированных процессов насыщения ванадием или хромом и последующей карбонитрации повышается микротвердость модифицированного слоя. Наибольшее упрочнение достигается на поверхности, что вызвано высокой концентрацией легирующего элемента с одной стороны, а азота и углерода с другой при наличии высокой объемной доли карбид-

ных и карбонитридных фаз. Характер распределения микротвердости по глубине карбонитрированных образцов с предварительным насыщением ванадием и хромом аналогичен (рисунок 7, кривые 1 и 2 соответственно). Однако поверхностная микротвердость предварительно ванадированных образцов несколько выше (14 ГПа), чем хромированных (11 ГПа).

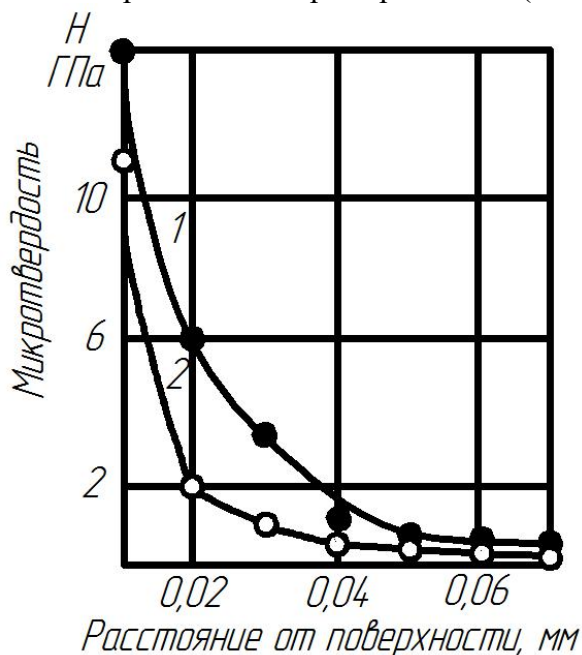


Рис. 7. Распределение микротвердости по глубине диффузионных слоев при карбонитрации с предварительным ванадированием (1) и хромированием (2)

В работе проводился сравнительный анализ глубины упрочненного слоя, достигаемых значений микротвердости, а также величины линейного износа после различных видов упрочняющей обработки по оптимальным режимам насыщения (таблица 1).

**Таблица 1. Глубина, микротвердость и линейный износ чугуна после различных видов упрочняющей обработки**

Вид и режим обработки	Глубина упрочненного слоя, мкм	Микротвердость, ГПа	Линейный износ, мм
Литой чугун	-	0,8	0,08
Карбонитрация при 570°C, 5ч	18-20	1,6	0,06
Хромирование при 950°C, 5ч	20-25	6,2	-
Ванадирование при 1100°C, 5 ч	20-25	8,1	-
Карбонитрация с предварительным хромированием	35-40	11,0	0,03
ванадированием	40-45	14,0	0,02

Из данных видно, что наибольшие значения микротвердости достигаются после комплексной обработки чугуна: карбонитрации с предварительным хромированием и ванадированием.

Проведенные в работе сравнительные испытания на износостойкость в зависимости от времени при дискретно увеличивающейся нагрузке показали, что скорость установившегося износа литых образцов составила 0,01 мм/ч, а через 8 часов испытаний наступал период катастрофического износа с интенсивным выкрашиванием материала.

Наличие на поверхности карбонитрированного чугуна оксидного слоя Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> облегчает период приработки. Уменьшение установившегося износа достигается за счет твердого карбонитридного слоя, сохраняющего прочное сцепление с матрицей и не выкрашивающегося в процессе испытания в течение 4 – 5 часов. Далее наблюдалось постепенное нарастание пластической деформации с последующим отделением частиц материала с тончайших поверхностных слоев, приводящее к увеличению износа до 0,06 мм за 10 часов испытаний.

Прочный слой карбидов хрома, ванадия, карбонитридов и нитридов железа, образующихся на поверхности после комплексной обработки - карбонитрации с предварительным хромированием и ванадированием, обеспечивает высокую износостойкость в период установившегося износа и не дает разрушиться поверхности образцов в течение всего периода испытаний (10 ч) при дискретно возрастающей нагрузке от 25 до 250 МПа. В связи с тем, что включения графита сохраняются в поверхностном слое чугуна и выполняют роль дополнительной смазки, не происходит

схватывания исследуемых образцов с контртелом и налипания частиц материала на поверхность контакта. Интенсивность износа на образцах после карбонитрации с предварительным хромированием составила 0,03мм, а с предварительным ванадированием - 0,02 мм за 10 часов. При этом наблюдалось весьма незначительное разрушение поверхности образцов.

**Выводы.** Предложен способ комбинированной химико-термической обработки серого чугуна, заключающийся в предварительном диффузионном насыщении поверхности хромом или ванадием с последующей карбонитрацией в расплаве циановокислых солей. Показано, что такая обработка обеспечивает получение диффузионного покрытия глубиной 35 – 45 мкм, состоящего из слоя карбидов вольфрама V<sub>2</sub>C и VC за которым следует подслой, состоящий из карбонитрида типа (Fe, V)<sub>3</sub>(N, C), в котором содержится до 3-4 % ванадия. Далее располагается гетерофазная зона, переходящая в сердцевину с исходной ферритно-перлитной структурой чугуна. Характерной для комплексного насыщения чугуна является диффузия ванадия по границам графитовых включений. При этом наблюдается обогащение ванадием, как поверхностного слоя, так и границ графитовых включений, что способствует повышению прочности сцепления полученного покрытия с основным металлом. Значения микротвердости на поверхности достигают 11 ГПа для предварительно хромированных и 14 ГПа для предварительно ванадированных образцов, что гарантирует повышение износостойкости деталей транспортной и сельскохозяйственной техники работающих в условиях сухого трения и трения со смазкой в 2,5 – 4

раза по сравнению с необработанным (литым) состоянием чугуна. По эксплуатационным характеристикам разработанные модифицированные слои превосходят свойства покрытий, полученных путем предварительного нанесения из паст и обмазок.

Наибольший эффект такие комплексные покрытия дают для деталей, работающих в условиях абразивного износа.

#### Библиография

1. Шерман, А.Д. Чугун. Справочник [Текст] / А.Д. Шерман, А.А. Жуков. - М.: Металлургия, 1991. – 576 с.
2. Шверков, Е.Л. Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин [Текст] / Е.Л. Шверков, Д.Я. Ровинский, В.Д. Зозуля, Э.Д. Браун. - Киев: Наукова думка, 1979.- 183 с.
3. Дубинин, Г.И. Диффузионное хромирование металлов и сплавов. [Текст] / Г.И. Дубинин. - М.: Машиностроение, 1964.- 451 с.
4. Борисенок, Г.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. [Текст] / Л.А. Васильев, Л.П. Ворошнин. - М.: Металлургия, 1981.- 424 с.
5. Андрюшечкин, В.И. Механические свойства борированных и алитированных сталей [Текст] / В.И. Андрюшечкин, Л.К. Гущина, И.А. Брио // Известия вузов. Черная металлургия.- 1982.- № 5.- С. 117 – 121.
6. Прокошкин, Д.А. Карбонитрация [Текст] / Д.А. Прокошкин. - М.: Машиностроение, Металлургия, 1986. - 240 с.
7. Веселовский, А.А. Особенности формирования диффузионных алюмованадиеванных слоев на серых чугунах [Текст] / А.А. Веселовский // Технология металлов. – 2008. - № 12. – С. 37 – 40.
8. Гуревич, Ю.Г. Диффузионное хромирование деталей из ферритно-перлитного серого чугуна [Текст] / Ю.Г. Гуревич, В.Е. Овсянников, В.А. Фролов // Машиностроение и инженерное образование. – 2011. - № 2. – С. 2 – 10.
9. Веселовский, А.А. Формирование термодиффузионных ванадиевых покрытий на высокопрочном чугуне [Текст] / А.А. Веселовский // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2013. - № 7. – С. 40 – 45.
10. Шарая, О.А. Упрочнение деталей сельскохозяйственной техники и инструмента путем модифицирования поверхности [Текст] / О.А. Шарая, Л.А. Дахно // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2014. -№4. – С. 14 – 29.
11. Пастухов, А.Г. Технология лазерного микролегирования углеродистых сталей для упрочнения деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, А.Г. Минасян, Н.В. Водолазская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. -№2 (10). – С. 34 – 46.
12. Веселовский, А.А. Способ увеличения толщины термодиффузионных покрытий при изготовлении и восстановлении деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / А.А. Веселовский, В.В. Ерофеев, А.Г. Игнатъев // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 123. – С. 171 – 175.
13. Водолазская, Н.В. Надежность и эксплуатация технических систем: монография [Текст] / Н.В. Водолазская, С.В. Стребков. - Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. - 151 с.
14. Пастухов, А.Г. Отказы машин и оборудования [Текст] / А.Г. Пастухов // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 368 -372.
15. Минасян, А.Г. Повышение износостойкости рабочих поверхностей валков измельчителей [Текст] / А.Г. Минасян // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 139 – 144.
16. Стребков, С.В. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием [Текст] / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 399 – 403.
17. Исагулов, А. З. Изучение микроструктуры теплоустойчивых сталей, раскисленных ферросилицием и барием / А. З. Исагулов, Св. С. Квон. В. Ю. Куликов, Н. Б. Айтбаев // Металлургия (Сисак, Югославия). - 2016. - Т. 55. - № 3. - С. 388 - 390.

#### References

1. Sherman, A. D. Cast Iron. Referencbook [Text] / A. D. Sherman And A. A. Zhukov. - Moscow: Metallurgy, 1991. - 576 p.
2. Shverkov, E. L. Dictionary-guide to friction, wear and lubrication of machine parts [Text] / E. L. Shverkov, D. J. Rovinsky, V. D. Zozulya, E. D. Brown. - Kyiv: Naukova Dumka, 1979.- 183 p.
3. Dubinin, G. I. Diffusion chrome plating of metals and alloys. [Text] / G. I. Dubinin. - Moscow: Mechanical Engineering, 1964.- 451 p.
4. Borisenok, V.G. Thermochemical treatment of metals and alloys. Referencbook [Text] / L. A. Vasilyev, L. P. Voronin. - Moscow: Metallurgy, 1981.- 424 p.

5. Andryushechkin, V. I. Mechanical properties of bordered and alloyed steels [Text] / V. I. Andryushechkin, L. K. Gushchina, I. A. Brio // Proceedings of universities. Ferrous metallurgy.- 1982.- № 5.- P. 117-121.
6. Prokoshkin, D. A. Carbonitrile [Text] / D. A. Prokoshkin. - M.: Mechanical Engineering, Metallurgy, 1986. - 240 p.
7. Veselovskiy, A. A. Features of formation of diffusion lumbantoruan layers on gray cast iron [Text] / A. A. Veselovskiy // Technology of metals. - 2008. - № 12. - P. 37 – 40.
8. Gurevich, Yu. G. Diffusion chrome plating of parts made of ferritic-pearlitic grey cast iron [Text] / Yu. G. Gurevich, E. V. Ovsyannikov, V. A. Frolov // Mechanical industry and engineering education. - 2011. - № 2. - P.2 – 10.
9. Veselovskiy, A. A. Formation of the thermal diffusion vanadium coatings on high-strength cast iron [Text] / A. A. Veselovsky // Hardening technology and coatings. - 2013. - № 7. - Pp. 40 – 45.
10. Saraya, O. A. Strengthening of parts of agricultural machinery and tools by modifying the surface [Text] / O. A. Sharaya, L. A. Dakhno // Innovation in agriculture: problems and prospects. - 2014. - № 4. - P. 14 – 29.
11. Pastukhov, A. G. Technology of laser microalloying carbon steels for hardening of parts of agricultural machines [Text] / A. G. Pastukhov, O. A. Saraya, A. G. Minasian, N. V. Vodolazskaya // Innovation in agriculture: problems and prospects. - 2016. - № 2 (10). - P. 34 – 46.
12. Veselovskiy, A. A. Method of increasing the thickness of the thermal diffusion coatings in the manufacture and restoration of details of agricultural machines [Text] / A. A. Veselovskiy, V. V. Erofeev, A. G. Ignatiev // Proceedings of GOSNITI. - 2016. - T. 123. - P. 171 – 175.
13. Vodolazskaya, N. V. Reliability and operation of technical systems: monograph [Text] / N. V. Vodolazskaya, S. V. Strebkov. - Belgorod: Belgorod of the GAU, 2017. - 151 p.
14. Pastukhov, A. G. Failures of machines and equipment [Text] / A. G. Pastukhov // Proceedings of the International scientific and practical conference "Actual problems of Agroengineering in the XXI century", dedicated to the 30th anniversary of the Department of technical mechanics of machine construction. - p. Mayskiy: Belgorod state agricultural university, 2018. - P. 368 -372.
15. Minasyan, A.G. Increase of wear resistance of working surfaces of shredders rolls [Text] / A.G. Minasyan / Proceedings of the International scientific-practical conference "Actual problems of Agroengineering in the XXI century", dedicated to the 30th anniversary of the Department of technical mechanics of machine construction. - p. Mayskiy: Belgorod state agricultural university, 2018. - P. 139 – 144.
16. Strebkov, S. V. Hardening of the working edges of tillers electric-spark alloying [Text] / S. V. Strebkov, A. P. Slobodyuk, V. A. Sakhnov, A. V. Bondarev // Materials of International scientific-practical conference "Actual problems of Agroengineering in the XXI century", dedicated to the 30th anniversary of the Department of technical mechanics, construction of machines. - p. Mayskiy: Belgorod state agricultural university, 2018. - P. 399 – 403.
17. Issagulov, A.Z. Studying microstructure of heat resistant steel deoxidized by barium ferrosilicon / A.Z. Issagulov, Sv. S. Kvon., V.Yu. Kulikov., N.B. Aitbayev //Metalurgija (Sisak, Yugoslavia).- 2016. - T. 55. - № 3. -P. 388-390.

#### Сведения об авторах

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

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

#### Information about authors

Sharaya Olga, PhD, associate professor at the Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: sharay61@mail.ru

Vodolazskaya Nataliya, PhD, associate professor at the Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: vnv26@bk.ru.

## Наши юбилеи

*А.Г. Пастухов*

### КАФЕДРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И КОНСТРУИРОВАНИЯ МАШИН – 30 ЛЕТ

Кафедра технической механики и конструирования машин (ТМКМ) является правопреемницей кафедры общетехнических дисциплин (ОТД), которая была организована приказом ректора Белгородского сельскохозяйственного института № 15 от 14 января 1988 года путем выделения из кафедры механизации и электрификации сельскохозяйственного производства, в период организации и становления факультета механизации сельского хозяйства (ныне инженерного факультета).

В соответствии с приказом штат кафедры ОТД включал семь штатных единиц: заведующий кафедрой, профессор – вакансия; профессор – вакансия; доцент – к.т.н. Кисель Юрий Петрович; ассистент (3 ед.) – Шамрай Надежда Мефодиевна, Гладкова Людмила Васильевна, вакансия; лаборант – Липинина Татьяна Владимировна. Заведующим кафедрой, в соответствии с приказом Управления высшего и среднего специального образования Госагропрома СССР от 28 октября 1987 года № 137-12/4125, был назначен к.т.н., доцент Барабан Николай Петрович. Кафедре поручалось ведение всех видов учебных занятий для студентов факультета механизации сельского хозяйства по следующим дисциплинам: введение в специальность, начертательная геометрия, инженерная графика, материаловедение и технология конструкционных материалов, теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин, взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, подъемно-транспортные машины, гидравлика и тепло-техника.

Переименование кафедры на современном этапе ее развития обусловлено увеличением количества и расширением спецификации преподаваемых дисциплин, терминологией, применяемой в учебных планах, федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования и

необходимостью присуждения ученых званий доцента или профессора профессорско-преподавательскому составу кафедры (приказ ректора ФГОУ ВПО «БелГСХА им. В.Я. Горина» № 20-3 от 31 января 2014 года).

В настоящий момент штат кафедры ТМКМ включает десять штатных единиц: заведующий кафедрой – профессор, д.т.н. Пастухов Александр Геннадиевич, доценты (5 ед.) – к.т.н. доцент Слободюк Алексей Петрович, к.т.н. доцент Шарая Ольга Александровна, к.т.н. доцент Минасян Алексан Гургенович, к.т.н. доцент Водолазская Наталия Владимировна, к.т.н. Колесников Александр Станиславович, к.т.н. с.н.с. Бахарев Дмитрий Николаевич, старший преподаватель – Бережная Ирина Шамилиевна; учебно-вспомогательный персонал: заведующий лабораториями – Наседкин Геннадий Иванович, старший лаборант – Кравченко Наталья Петровна.

Кафедра осуществляет учебно-методическую деятельность на 5 уровнях образования, по 20 направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования, на 4 факультетах университета, более чем по 20 общепрофессиональным дисциплинам.

Лабораторное оснащение и уровень квалификации сотрудников кафедры позволяет решать инженерные научно-производственные проблемы предприятий агропромышленного комплекса, что подкреплено организацией кабинета компьютерного моделирования (КОМПАС 3D) и обеспечения прочностной надежности конструкций машин (APM WinMachine), а также лабораторий метрологического обеспечения, стандартизации и управления качеством, исследования прочности материалов и конструкций, исследования структур, физико-механических и технологических свойств материалов.

В соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства России на период до

2025 года сотрудниками кафедры проводятся исследования по следующей тематике: совершенствование технологии технического сервиса и рабочих органов сельскохозяйственной техники, разработка современных технологий и технических средств

обмолота початков кукурузы в полевых и стационарных условиях, разработка технологии получения сухих кормовых дрожжей, совершенствование методов обучения и оценки профессиональной подготовки выпускников аграрных вузов.

#### **Сведения об авторах**

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин ФГБОУ Во Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, [pastukhov\\_ag@bsaa.edu.ru](mailto:pastukhov_ag@bsaa.edu.ru).

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

УДК 338.43

*О.В. Гонова, А.А. Малыгин, В.А. Лукина, О.В. Стулова*

### ФОРМИРОВАНИЕ МОЛОЧНО-ПРОДУКТОВОГО КЛАСТЕРА КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТРАСЛЕЙ АПК (НА ПРИМЕРЕ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Аннотация.** В рамках стратегии развития кластера, был выполнен анализ перспектив развития целевых рынков сбыта продукции и прогнозов ожидаемого роста потребления молочной продукции в Ивановской области, что позволило сделать выводы о необходимости дальнейшего развития молочного скотоводства как поставщика сырья для переработки, а также об актуальности модернизации перерабатывающих предприятий. Анализ производства показал, что производство находится на бедственном уровне, это является отрицательным фактом, но свидетельствует о наличии перспектив развития рынков сбыта молочной продукции и развития в целом молочно-продуктового кластера. Результаты проведенного анализа показывают, что в области имеется мощная ресурсная база по производству молока; высокий спрос на данную продукцию на внутреннем и внешних рынках; необходимость импортозамещения и обеспечения населения качественными продуктами питания обуславливают необходимость повышения эффективности молочного животноводства. На начальном этапе функционирования кластера его основными участниками, соответственно и участниками внутрикластерных производственных связей, являются предприятия – производители молока-сырья, являющегося основным видом продукции для сельскохозяйственных товаропроизводителей и основой для выпуска главных итоговых видов продукции кластера. Преимуществами от создания кластера для органов регионального управления являются увеличение количества налогоплательщиков и налогооблагаемой базы, упрощение процедуры контроля функционирования предприятий, входящих в кластер. Таким образом, образование и создание условий для дальнейшего развития микрокластера будет способствовать повышению генетического потенциала продуктивности чёрно-пёстрого скота, конкурентоспособности района и региона, усилит процессы импортозамещения.

**Ключевые слова:** молочно-продуктовый кластер, инновации, малое предпринимательство, развитие АПК, повышение экономической эффективности.

#### THE FORMATION OF MILK-FOOD CLUSTER AS ONE OF DIRECTIONS OF INCREASE OF INNOVATIVE ACTIVITY OF THE AGRICULTURAL INDUSTRIES (ON THE EXAMPLE OF IVANOVO REGION)

**Abstract.** The strategy of cluster development was made the analysis of prospects of development of target markets and forecasts the expected growth in dairy products consumption in the Ivanovo region, which allowed to draw conclusions on the need for further development of dairy cattle as a supplier of raw materials for processing, as well as the relevance of modernization of processing enterprises. Analysis of production showed that manufacturing activity is at a distressed level, it is a negative fact, but indicates the presence of prospects of development of markets for dairy products and overall development of dairy-product cluster. The results of the analysis show that the region has a strong resource base for the production of milk; the high demand for these products in the domestic and foreign markets; the necessity of import substitution and providing the population with quality food products cause the necessity of increasing the efficiency of dairy farming. At the initial stage of functioning of the cluster, its main participants, respectively, and the intra-cluster participants in industrial relations are the manufacturers of milk-raw material, which is the main product for agricultural producers and the basis for the production of the main final products of the cluster. Advantages of creating of a cluster for regional government are increasing the number of taxpayers and tax base, simplification of control over the functioning of enterprises within the cluster. Thus, education and creation of conditions for further development of mikroklastera will enhance genetic productivity potential of black-motley cattle, the competitiveness of the district and the region, will strengthen the processes of import substitution.

**Keywords:** dairy grocery cluster, innovation, small business, development of agriculture, increase economic efficiency.

**Введение.** Развитие малого предпринимательства является одним из наиболее значимых направлений деятельности органов власти всех уровней в рамках решения вопросов социально-экономического развития территорий и смягчения социальных проблем.

Одним из приоритетов развития малого предпринимательства являются инновации, способствующие заполнению внутреннего рынка дешевыми качественными продуктами питания отечественного производства [1].



Сочетание интересов государства, потребителей и субъектов предпринимательства может способствовать эффективному управлению инновациями. А для этого, следует создать благоприятные условия для образования системы, которая могла бы помочь в открытии новых или развитию уже функционирующих предприятий малого бизнеса.

Одним из ключевых инструментов содействия развитию и поддержки малого предпринимательства является программа кластерной политики, реализуемая Минэкономразвития России. Ее особенностью является широкий набор возможных опций, предоставляемых регионам по направлениям поддержки развития инновационной инфраструктуры. Так, в 2010–2014 гг. на создание организаций инфраструктуры поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в области инноваций и промышленного производства было выделено 6390,6 млн. руб. При этом на развитие инновационной инфраструктуры регионов, в которых расположены пилотные инновационные территориальные кластеры, направлено 4929,9 млн. руб., то есть порядка 77 % субсидий из федерального бюджета [2].

**Объект и методика исследования.** На территории Ивановской области приоритетным направлением повышения экономического потенциала является создание инновационного текстильно-промышленного кластера, содействующего сохранению и развитию отрасли текстильной промышленности. Но, по мнению авторов, это не в полной мере может помочь экономическому развитию региона. Кластеры обладают гибкостью в управлении, могут адаптироваться к определенным территориям и способны расширять специализацию своей деятельности. Поэтому для ускоренного социально-экономического развития региона и повышения производительности инноваций в малом бизнесе, необходимо освоение всех отраслей экономики.

В данной работе авторы предлагают инновационную модель молочно-продуктового кластера.

При формировании молочно-продуктового кластера в области необходимо:

учитывать географическую концентрацию сельскохозяйственных предприятий, функционирующих в пределах области, а также сложившуюся производственную инфраструктуру и имеющийся научный потенциал.

Центром кластерной системы могут быть несколько организаций, между которыми сохраняются конкурентные отношения. Этим кластер отличается от картеля или финансово-промышленной группы. Концентрация соперников, покупателей и продавцов способствует росту эффективной специализации производства, при этом кластер дает работу множеству средних и мелких предприятий и организаций.

Объединение в кластер на основе вертикальной формы интеграции формирует не спонтанное объединение и концентрацию различных научных и технико-технологических изобретений, а целостную систему продвижения знаний и технологий, когда важнейшим условием эффективной трансформации изобретений в инновации, а последних в конкурентные преимущества является создание не просто устойчивых связей между всеми участниками кластера, а определенной сети их взаимодействия.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Прежде чем формировать модель кластера необходимо изучить внутренние и внешние факторы, влияющие на её развитие. К сильным сторонам кластера мы, прежде всего, относим наличие в достаточном количестве всех необходимых ресурсов для создания качественной молочной продукции. С точки зрения привлекательности в настоящий момент область обладает умеренным потенциалом.

Проблемными местами создаваемого кластера является слабое внедрение достижений современной науки и техники в АПК, вследствие чего область недополучает запланированные объемы продукции, что отражается в ухудшении показателей финансового состояния предприятий региона.

Текущие слабые стороны развития кластера могут быть усугублены усилением внешних угроз, таких как членство в ВТО, и внутренних факторов, вызванных эконо-

мическим кризисов в стране. Степень использования текущих конкурентных преимуществ пока не достаточна.

**Таблица 1. Результаты SWOT- анализа молочно-продуктового кластера**

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
<ol style="list-style-type: none"> <li>Наличие в регионе значительных сельскохозяйственных угодий;</li> <li>Наращивание поголовья молочного скота и повышение его продуктивности;</li> <li>Целенаправленная собственная работа по воспроизводству стада КРС;</li> <li>Модернизация отрасли, переход молочных ферм на инновационные технологии содержания, доения и кормления скота;</li> <li>Рост продуктивности молочного стада;</li> <li>Высокое качество молочной продукции, разнообразие молочного ассортимента;</li> <li>Сформировавшийся имидж области как производящей высококачественные натуральные продукты, пользующиеся повышенным спросом как внутри региона, так и за его пределами.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Высокая закредитованность и нехватка свободных собственных средств у хозяйств подотрасли;</li> <li>Нехватка высококвалифицированных специалистов;</li> <li>Устаревшая материально-техническая база, нехватка или полное отсутствие у ряда хозяйств техники и оборудования;</li> <li>Высокая материало- и фондоемкость производства;</li> <li>Низкий уровень ферм, внедряющих инновации или производящие модернизацию;</li> <li>Недостаточный уровень информированности у руководителей и специалистов;</li> <li>Дефицит сырого молока в регионе для развития сегмента молочной продукции более глубокого уровня переработки.</li> </ol>
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
<ol style="list-style-type: none"> <li>Наличие на территории области специализированного аграрного вуза (Ивановская ГСХА);</li> <li>Создание информационно-консультационных центров, способствующих повышению уровня образования фермеров;</li> <li>Субсидии и дотации из бюджета производителям молока;</li> <li>Повышение интереса к научным исследованиям в области молочного скотоводства со стороны ученых;</li> <li>Интерес со стороны руководителей разного уровня к развитию кооперации и интеграции.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Членство в ВТО может привести к импорту более дешевой и некачественной продукции и привести к снижению поголовья и собственного производства молока;</li> <li>Диспаритет цен (опережающий рост цен на технику, корма, нефтепродукты, энергоресурсы);</li> <li>Недостаточный уровень господдержки;</li> <li>Затруднения по каналам сбыта продукции;</li> <li>Рост конкуренции на рынке молока;</li> <li>Монополизация переработчиков молочной продукции;</li> <li>Отток высококвалифицированных специалистов;</li> <li>Появление товаров заменителей;</li> <li>Старение трудовых ресурсов.</li> </ol>

Существующие конкурентные преимущества кластера могут быть усилены через создание интеграционной структуры взаимодействия производителей, переработчиков и научных учреждений, а также внедрением в деятельность инновационных результатов научных исследований. Авторами разработан алгоритм создания микрокластера в отрасли животноводства на уровне муниципального района и предложена следующая модель кластера, представленная на рисунке 1.

Для обеспечения эффективной деятельности молочно-продуктового кластера области необходимо совершенствовать транспортную инфраструктуру, систему сервисного обслуживания, законодательную и судебную системы.

В кластерном подходе акцент делается на открытии местного рынка импорту, что способствует повышению эффективности кластера, поскольку в этом случае имеет место реальная конкуренция.

Уровень экономического развития производственного кластера будет определять и уровень благосостояния населения района, так как его функционирование предусматривает взаимодействие трех секторов: бизнеса, научно-образовательного сектора и государственной власти.

В состав молочно-продуктового кластера будут входить следующие участники: сельскохозяйственные товаропроизводители, предприятия сельскохозяйственного машиностроения (поставщики оборудования); торговые предприятия; научно-исследовательские институты и образовательные

учреждения; предприятия, которые в последующем будут представлять молочную продукцию на рынке и тем самым развиваться в экономическом плане.

Молочно-продуктовый кластер представляет собой многоуровневое образование,

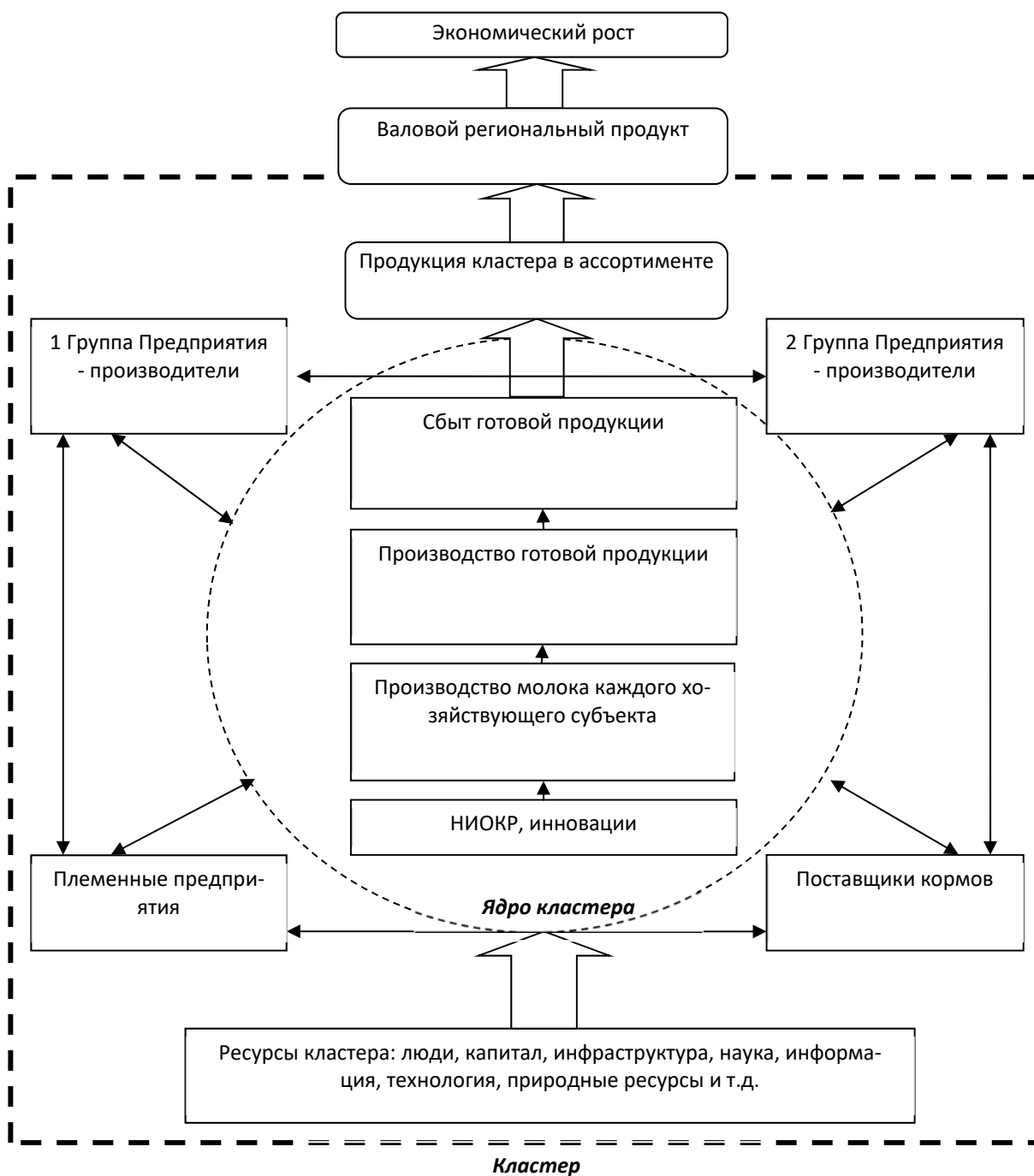


Рис. 1. Инновационная модель формирования молочно-продуктового кластера

поэтому немаловажную роль в его функционировании должна играть система информационно-аналитического обеспечения и консультирования [3].

Для координации деятельности кластера создается Совет, состоящий из руководителей взаимодействующих предприятий, НИИ, образовательных учреждений и представителей региональных органов власти.

Кластер не выступает в качестве юридического лица, поэтому его участники должны быть независимыми в своей хозяйственной деятельности и сотрудничать с другими участниками на основе взаимовыгодных долгосрочных договорных отношений, при этом за сельскохозяйственными товаропроизводителями остается право выбора оптимального канала сбыта молока-сырья. В случае нарушения условий договора, производители молока могут реализовать его по своему усмотрению.

Разработанная структура кластера представлена взаимодействием и взаимовыгодным сотрудничеством сферы производства и обслуживания. В свою очередь сфера производства предоставляет новые рабочие места населению и дополнительное развитие сфере услуг.

Научно-исследовательская база занимается подготовкой и переподготовкой кадров для управления и предприятия молочно-продуктового кластера.

При содействии с информационно-аналитическим обеспечением координации действий сельскохозяйственные предприятия образуют управленческую основу кластера.

Производственные процессы осуществляются за счет сельскохозяйственных предприятий, производящих молоко, племенной скот и комбикорм, и в процессе производственной деятельности и переработки молока на выходе получают молочную продукцию готовую к реализации на региональном рынке.

В современных условиях без решения проблемы полного обеспечения животноводства качественными, сбалансированными по всем питательным веществам кормами невозможно эффективно и конкурентоспособно вести производство сельскохозяйственной продукции.

Проблемными местами создаваемого кластера является слабое внедрение достижений современной науки и техники в АПК, вследствие чего область недополучает запланированные объемы продукции, что отражается в ухудшении показателей финансового состояния предприятий региона.

Сотрудничество в кластере должно опираться на принципы:

- прибыль, то есть создание ценности для заинтересованных лиц;
- доверие как особое отношение к партнерам;
- этичность;
- ответственность перед партнерами, государством и обществом;
- прозрачность, применение в деятельности кластера прозрачных принципов кооперативного управления;
- толерантность - уважение мнения и интересов партнера;
- согласие – принятие единых принципов, подходов, норм, правил.

Организация оптимального взаимодействия субъектов кластера позволит наиболее эффективно и оперативно внедрять научные разработки в производство, разрабатывая для производственных предприятий проекты развития, основанные на инновационных исследованиях и разработках научного потенциала.

Проектная деятельность кластера направлена на:

в сфере производства молока: увеличение объемов производства и реализации молока в стоимостном выражении до 30%, доведения доли молока высшего сорта до 95%, в результате повышения эффективности проведения селекционно-племенной и ветеринарной работы с применением современных технических средств и препаратов; разработки кормовых рационов, заготовки качественных кормов с использованием компьютерных программ и системы спутниковой навигации для отслеживания в режиме реального времени состояния почв, растений, техники и расходования удобрений, энергетических ресурсов, топлива и т.п.; увеличение поголовья молочных коров в сельскохозяйственных предприятиях ежегодно в среднем на 5% и продуктивности, вследствие реализации инвестиционных внутрикластерных проектов по строительству новых, реконструкции и модернизации действующих животноводческих комплексов;

в сфере переработки молока и реализации продукции: рост объемов производства цельномолочной продукции в среднем

на 50%, вследствие модернизации производственных линий, внедрения системы менеджмента безопасности пищевых продуктов, увеличение загрузки производственных мощностей разработка инновационных качественных молочных продуктов и проведении масштабной маркетинговой программы по разработке и внедрении нового бренда;

в сфере предприятия взаимодействия участников кластера: развитие кооперационных связей между производителями молока, его переработчиками, учреждениями науки и образования, а также организациями по оказанию консультационных услуг;

в сфере достижения максимально возможной эффективности деятельности кластера:

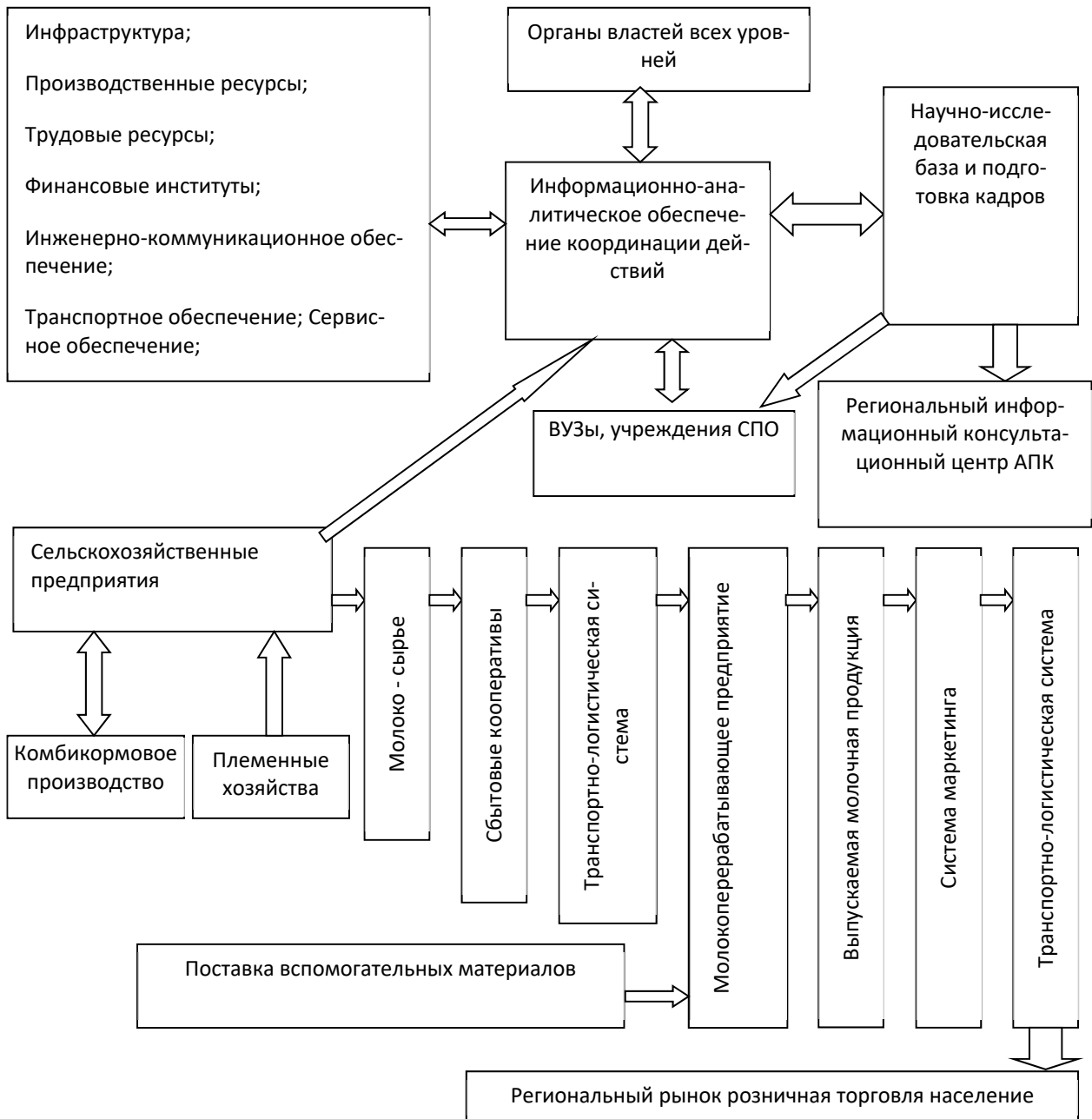


Рис. 2. Организационно - управленческая структура кластера

- увеличение совокупной выручки предприятий-участников кластера до 30 %;

- рост рентабельности производства до 7,5%. Информационная составляющая является одной из важнейших для развития кластера.

В сфере кормопроизводства:

- разработка оптимальных объемов и составов внесения минеральных удобрений;
- сортообновление семенного фонда;
- работа по обеззараживанию семян;
- внедрение ресурсосберегающих технологий заготовки и хранения кормов.

Деятельность кластера должна быть освещена в средствах массовой информации (ТВ, печатная пресса, интернет). Это привлечет дополнительных участников в кластер, обеспечит рекламную и инвестиционную поддержку его деятельности, тиражирование опыта кластера в других районах отрасли, а также развитие межкластерного взаимодействия с кластерами области и кластерами АПК других регионов.

Таким образом, на современном этапе развития экономики необходимо сформировать такую управленческую структуру, в которой наряду с областными органами государственного регулирования агропромышленного комплекса должны создаваться совместные управленческие структуры.

Концепция создания молочно-продуктового кластера согласуется с кооперацией сельскохозяйственных товаропроизводителей. Конкуренция и кооперирование

могут сосуществовать благодаря тому, что объединение в одних сферах помогает вести конкурентную борьбу в других.

В связи с этим, необходимо создавать крупные сбытовые кооперативы, консолидирующие совокупное предложение молока сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности в пределах сырьевой зоны молокоперерабатывающего предприятия.

В Ивановской области при воплощении проекта потребуются достаточное количество инвестиций или вложений участников кластера и заинтересованных лиц. На основании информационной базы за 2012-2016 гг. авторами был разработан проект формирования молочно-продуктового кластера для Шуйского муниципального района Ивановской области. В первый проектный год действия кластера затраты составят 13,5 млн. руб., а каждый последующий год кластер будет расходовать денежные средства только на содержание административно-управленческого аппарата кластера, представлены в таблице 3., с учетом увеличения уровня дохода и уровня инфляции на 10%.

**Таблица 2. Инвестиции и затраты на осуществление проекта**

Требуемые затраты	Инвестиционные вложения, тыс. руб.
Транспортно - логистическое оборудование, используемое для доставки и перевозки продукции	4 000
Расходы на содержание административно-управленческого аппарата кластера	1 500
Инновационное оборудование	3 000
Помещение, магазины	5 000
Итого:	13 500

**Таблица 3. Затраты на содержание административно- управленческого аппарата**

Годы	1 проектный год	2 проектный год	3 проектный год	4 проектный год	5 проектный год
Расходы на содержание административно-управленческого аппарата кластера, тыс. руб.	1500	1650	1980	2376	2851,2

Вторым условием формирования молочно-продуктового кластера должно стать ограничение ввоза некачественного молока и молочной продукции на территорию области. Контроль качества должен

обеспечивать интересы потребителей и повышать конкурентоспособность кластера.

**Заключение.** Создание эффективно функционирующего молочно-продуктового кластера является одним из важных направлений развития экономики региона.

Государственные органы должны способствовать развитию сложившегося кластера или возникающего, а не пытаться создать абсолютно новые. Отличительным признаком кластера от других организационных форм интеграции, по мнению авторов, является наличие элементов координации, то

есть совместного участия всех субъектов кластера в процессе управления, а также возможности получения эквивалентной затратам прибыли всеми участниками кластера.

#### Библиография

1. Гонова О.В., Буйских В.А. Современное состояние региональной системы государственного регулирования малого предпринимательства (на материалах Ивановской области). [Текст] / О.В. Гонова, В.А. Буйских // Научный журнал «Аграрный вестник Верхневолжья». – Иваново. /ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, № 3 (15), - 2016. – 152 с. (111-115 стр.)
2. Кластерная политика: концентрация потенциала для достижения глобальной конкурентоспособности / Под ред. И.М. Бортника, Л.М. Гохберга, А.Н. Клепача, П.Б. Рудника, О.В. Фомичева, А.Е. Шадрина. СПб.: «Corvus», 2015. 356 с.: ил.
3. Гонова О.В., Барина Е.А. Обеспечение продовольственной безопасности Ивановского региона с применением инновационных подходов (на примере производства и переработки молока) [Текст] / О.В. Гонова, Е.А. Барина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 1 (33). – С. 22–27.

#### References

1. Gonova O.V., Buyskikh V.A. Sovremennoe sostoyanie regionalnoy sistemy gosudarstvennogo regulirovaniya malogo predprinimatelstva (na materialakh Ivanovskoy oblasti). [Tekst] / O.V. Gonova, V.A. Buyskikh // Nauchnyy zhurnal «Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya». – Ivanovo. /FGBOU VO Ivanovskaya GSKhA, № 3 (15), - 2016. – 152 s. (111-115 str.)
2. Klasternaya politika: kontsentratsiya potentsiala dlya dostizheniya globalnoy konkurentosposobnosti / Pod red. I.M. Bortnika, L.M. Gokhberga, A.N. Klepacha, P.B. Rudnika, O.V. Fomicheva, A.Ye. Shadrina. SPb.: «Corvus», 2015. 356 s.: il.
3. Gonova O.V., Barinova Ye.A. Obespechenie prodovolstvennoy bezopasnosti Ivanovskogo regiona s primeneniem innovatsionnykh podkhodov (na primere proizvodstva i pererabotki moloka) [Tekst] / O.V. Gonova, Ye.A. Barinova // Vestnik APK Verkhnevolzhya. – 2016. – № 1 (33). – S. 22–27.

#### Сведения об авторах

Гонова Ольга Владимировна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента в АПК, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, ул. Советская, д. 45, г. Иваново, Ивановская обл., Россия, 153012, тел.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

Малыгин Алексей Александрович, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента в АПК, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, ул. Советская, д. 45, г. Иваново, Ивановская обл., Россия, 153012, тел.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

Лукина Виктория Александровна, старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента в АПК, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, ул. Советская, д. 45, г. Иваново, Ивановская обл., Россия, 153012, тел.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

Стулова Ольга Вадимовна, аспирант кафедры экономики и менеджмента в АПК, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, ул. Советская, д. 45, г. Иваново, Ивановская обл., Россия, 153012, тел.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

#### Information about authors

Gonova Olga Vladimirovna, the Doctor of Economics, professor of department of economy and management in agrarian and industrial complex, FSEE HE Ivanovskaya of SAA, Sovetskaya St., 45, Ivanovo, the Ivanovo Region, Russia, 153012, ph.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

Malygin Alexey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, the associate professor of economy and management in agrarian and industrial complex, FSEE HE Ivanovskaya of SAA, Sovetskaya St., 45, Ivanovo, the Ivanovo Region, Russia, 153012, ph.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

Lukina Victoria Aleksandrovna, the senior teacher of department of economy and management in agrarian and industrial complex, FSEE HE Ivanovskaya of SAA, Sovetskaya St., 45, Ivanovo, the Ivanovo Region, Russia, 153012, ph.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

Stulova Olga Vadimovna, the graduate student of department of economy and management in agrarian and industrial complex, FSEE HE Ivanovskaya of SAA, Sovetskaya St., 45, Ivanovo, the Ivanovo Region, Russia, 153012, ph.: 8(4932) 32-76-94, E-mail: buhigsha@mail.ru

УДК 336.71

*Т.Ю. Тарасова, А.Ю. Лисавцов*

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАНКОВСКИХ ПРОДУКТОВ И УСЛУГ СЕЛЬСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ

**Аннотация.** На современном этапе развития банковской системы в России наблюдается тенденция увеличения спроса на банковские услуги, в том числе со стороны физических лиц. Ввиду сложившейся ситуации, банкам необходимо совершенствовать и расширять систему предоставления банковских продуктов. На сегодняшний день, важным является вопрос обеспечения банковскими продуктами и услугами сельских населенных пунктов. В данной статье обсуждаются актуальные проблемы развития банковских продуктов и услуг в сельской местности. Выявлены основные особенности использования банковских продуктов и услуг сельскими жителями. Анализируются основные причины, сдерживающие внедрение и распространение банковских продуктов в сельских территориях, среди которых авторы особо выделяют низкие финансовые возможности сельского населения, недостаточный уровень финансовой грамотности, географическую и временную недоступность финансовых услуг. Решение проблем, связанных с оказанием банковских услуг для сельского населения, в значительной мере способствует расширению сферы деятельности кредитных организаций. А доступность банковских продуктов и услуг для сельских жителей, в свою очередь, делает более привлекательной жизнь и работу на селе, что существенно влияет на процесс урбанизации. Развитие банками данного направления своей деятельности поможет сохранить кадровый потенциал сельскохозяйственных предприятий. По материалам проведенного исследования для решения существующих проблем авторы рассматривают возможность формирования кредитными организациями специфических наборов банковских продуктов и услуг с учетом финансовых возможностей сельского населения. Предложены ключевые направления и ряд мероприятий, направленные на повышение уровня финансовой грамотности на селе. Для обеспечения доступности жителям сельской местности широкого ассортимента финансовых продуктов авторы перспективным видят развитие удаленных каналов банковского обслуживания с применением современных информационных технологий.

**Ключевые слова:** банки, банковские продукты и услуги, доступность банковских продуктов, сельское население, сельская местность, уровень финансовой грамотности населения.

### PECULIARITIES OF USING BANK PRODUCTS AND SERVICES BY RURAL POPULATION

**Abstract.** At the current stage of the development of the banking system in Russia, there is a trend of increasing demand for banking services, including from individuals. In view of the current situation, banks need to improve and expand the system of providing banking products. To date, important is the issue of providing banking products and services to rural communities. This article discusses topical problems of development of banking products and services in rural areas. The main features of the use of banking products and services by rural residents are revealed. The author analyzes the main reasons that restrict the introduction and distribution of banking products in rural areas, among which the authors emphasize the low financial capacity of the rural population, insufficient level of financial literacy, and the geographic and temporary inaccessibility of financial services. The solution of the problems related to the provision of banking services for the rural population greatly contributes to the expansion of the sphere of activity of credit institutions. And the availability of banking products and services for rural residents, in turn, makes life and work in rural areas more attractive, which significantly affects the process of urbanization. The development by banks of this area of their activities will help preserve the human resources potential of agricultural enterprises. Based on the materials of the study to solve existing problems, the authors consider the possibility of credit institutions forming specific sets of banking products and services, taking into account the financial possibilities of the rural population. Key directions and a number of measures aimed at increasing the level of financial literacy in the countryside were proposed. To ensure the availability of a wide range of financial products to rural residents, the authors see the development of remote channels of banking services with the use of modern information technologies promising

**Keywords:** banks, banking products and services, availability of banking products, rural population, countryside, level of financial literacy of the population.

Сфера банковских услуг имеет большое значение в общественной жизни и экономике всей страны, в связи, с чем постоянно привлекает внимание ученых и практиков-экономистов. Однако распространение и использование банковских продуктов и услуг в сельской местности имеет определенные спе-

цифические особенности, выявлению и изучению которых и будет посвящено данное исследование.

По уровню социального развития, качества жизни населения сельская местность всегда отличалась от городской. Поэтому и



банковские услуги на селе С.С. Янкин предлагает рассматривать с учетом следующих аспектов:

– «банковские услуги на селе учитывают завершённый технологический цикл, природно-климатический и почвенный потенциал у субъектов хозяйствования, удовлетворяют целый комплекс потребностей на селе;

– банковские услуги на селе тесно связаны с направлениями государственного регулирования экономики;

– основой совершенствования управления сферой банковских услуг на селе помимо коммерческой составляющей определен социальный аспект» [12].

Для различных групп населения должны предоставляться различные подходящие типы банковских продуктов в зависимости от индивидуальных характеристик (например, возраста, материального благополучия, образования) и ожиданий потребителей финансовых услуг. Формирование специфических наборов банковских продуктов и услуг для соответствующих групп населения позволяет учитывать неоднородность и специфику социально-экономического развития регионов России для максимизации полезности взаимодействия финансового сектора и гражданина в интересах последнего. Реализация такого подхода позволит уделить особое

внимание наименее защищенному сегменту потребителей финансовых услуг – с низким уровнем дохода. Поэтому и для сельского населения, на наш взгляд, следует разрабатывать и предлагать особые банковские продукты и услуги с учетом специфических особенностей, предъявляемых запросов и финансовых возможностей данного слоя населения.

А одной из главных проблем на селе сегодня является низкая заработная плата. Рассмотрим уровень доходов сельского населения на примере Белгородской области, где доля сельского населения по состоянию на 1 января 2016 года составила 32,9% (510,5 тыс. человек) от общей численности населения. По официальным данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области среднемесячная заработная плата работников сельского хозяйства в 2016 году составила 29295 рублей [9]. Однако эта сумма меньше дохода работников предприятий и организаций, занимающихся другими видами экономической деятельности. К примеру, работники промышленности, электроэнергетики, финансовой сферы, военнослужащие и государственные управленцы имеют более высокую заработную плату, чем работники сельскохозяйственной сферы (таблица 1).

**Таблица 1. Среднемесячная заработная плата работников предприятий и организаций Белгородской области по видам экономической деятельности, (рублей)**

	2012г	2013г	2014г	2015г	2016г
Всего в экономике	20002,1	22220,9	23895,1	25456,2	26872,9
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	20625,6	22341,5	24855,3	27426,8	29295,3
Добыча полезных ископаемых	31294,1	33138,0	35722,9	38506,6	39991,2
Обрабатывающие производства	21928,0	23882,3	25503,2	27427,7	28698,2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	24704,6	26502,6	28338,7	30648,4	32292,1
Финансовая деятельность	40332,2	40440,7	44148,0	42003,8	46072,5
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	17468,6	19319,5	20277,5	22866,3	23341,0
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение	27610,2	31073,5	32927,8	32400,6	33884,8
Образование	15815,0	18255,6	19624,2	20752,4	22045,0
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	14706,9	17733,5	20325,5	22806,5	24200,5

Стоит отметить, что Белгородская область по многим показателям жизнеобеспечения сельского населения является лидером среди остальных регионов Российской Федерации благодаря реализации программ по улучшению качества жизни и социальному развитию села. Так в докладе губернатора Белгородской области Савченко Е. С. подчеркнуто, что в 2016 году по области удалось «добиться самой высокой заработной платы в сельском хозяйстве среди регионов с развитым аграрным производством» [6].

В целом же по России среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников сельского хозяйства составляет 18229 рублей, что значительно ниже аналогичного показателя Белгородской области. На сегодняшний день уровень заработной платы в сельском хозяйстве занижен настолько, что в некоторых предприятиях АПК он не достигает даже прожиточного минимума. В конечном итоге такой доход не обеспечивает даже простого воспроизводства трудовых ресурсов.

По результатам социологического опроса в 2016 году 22% граждан, проживающих в сельской местности, оценили свое материальное положение как плохое или очень плохое, а 45% испытывали трудности с приобретением продуктов питания и одежды. Эти данные свидетельствуют о недостаточном материальном положении сельских жителей нашей страны, многие домохозяйства имеют доход ниже прожиточного минимума.

Следует еще вспомнить, что большая часть сельского населения получает основной доход не в виде заработной платы, а в виде пенсии, которая обычно меньше. На заработную плату от трудовой деятельности в селах живут только треть населения. В связи с этим у сельских жителей просто нет иного выхода как ведение личного подсобного хозяйства, которое выступает источником средств к существованию. Низкий уровень дохода сельского населения, в значительной мере влияет на процесс урбанизации. Молодые специалисты с высшим образованием в поисках более высокого уровня оплаты труда уезжают из села в го-

род. Тем самым создается дефицит высококвалифицированных кадров для работы на предприятиях АПК. Поэтому в целом по стране нужны меры по повышению среднедушевого дохода сельского населения, что является одним из главных путей совершенствования воспроизводства трудовых ресурсов в сельском хозяйстве [5].

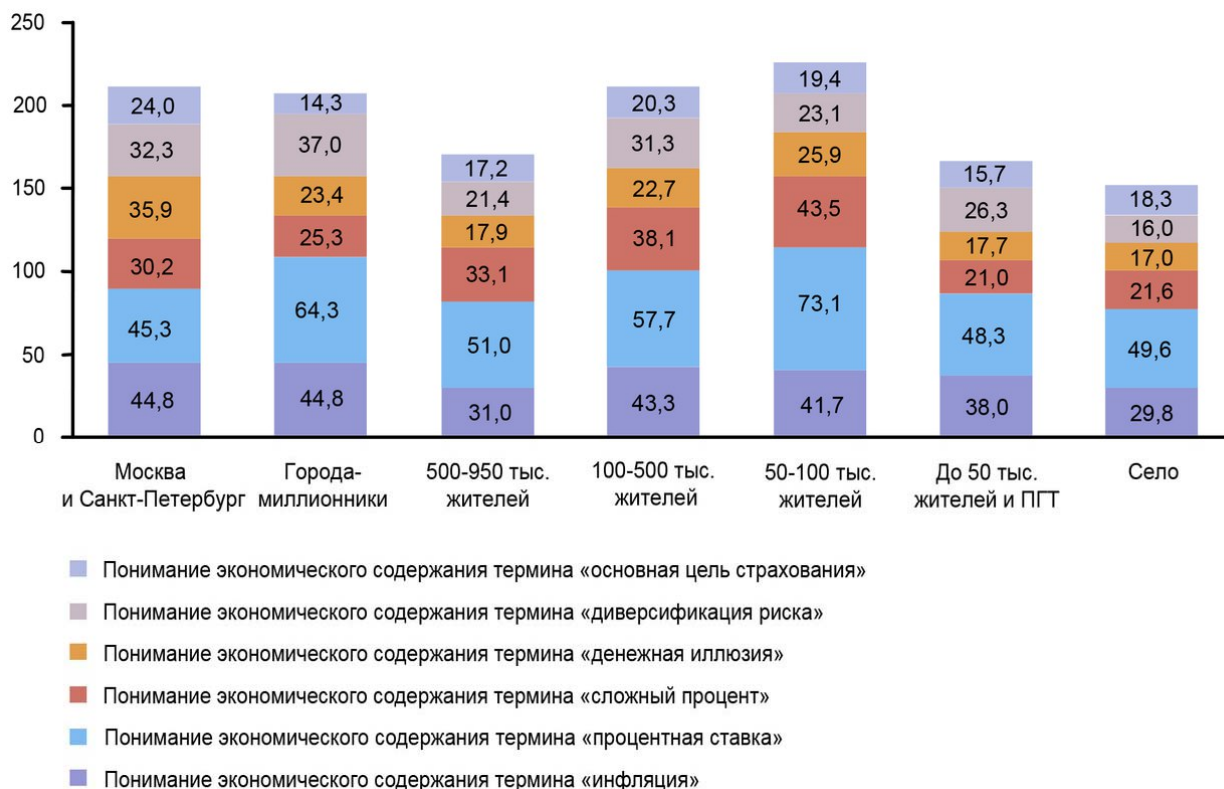
Из-за дефицита источников собственных средств жители села вынуждены прибегать к использованию кредитных средств. В связи с активной кредитной политикой коммерческих организаций по выдаче кредитов физическим лицам 48,83% долгов сельских домохозяйств приходится на долги по кредитам, взятым в банках [3]. Очевидно, что в связи с высокой требовательностью банков к заемщикам последние не в полной мере удовлетворяют свои потребности в финансовых ресурсах и поэтому вынуждены искать альтернативные источники дополнительного финансирования. Очень часто таковыми являются займы граждан в получивших распространение многочисленных микро-финансовых организациях, где процентные ставки и условия предоставления заемных средств значительно отличаются от банковских в худшую сторону. Неизбежность обращения сельского населения к микро-займам обусловлена отсутствием доступа к классическим кредитным банковским продуктам. Все вышеизложенное свидетельствует о мизерных доходах сельских домохозяйств и необходимости создания специальных банковских кредитных продуктов, учитывающих уровень платежеспособности сельского населения.

Деятельность некредитных финансовых организаций, таких как кредитные кооперативы и микрофинансовые организации (МФО), приобретает дополнительную значимость для сельской местности в связи с уменьшением количества точек присутствия кредитных организаций. По итогам 2016 года в России сохраняется тенденция к уменьшению количества офисов финансовых организаций, о чем свидетельствуют данные замера индикаторов финансовой доступности, проведенного Банком России в 2017 году. Замер 2017 года показывает, что сельское население чаще пользуется

займами в некредитных финансовых организациях (в том числе в МФО), чем население в целом по стране (6,9% и 5,7% соответственно). Кроме того, доля жителей сельских населенных пунктов, имеющих банковские вклады, меньше (14,8%), чем в целом по России (19,6%). Также они чаще размещают средства в некредитных финансовых организациях: 2,4% в 2017 году против 1,4% в 2016 году (в целом по России эти показатели составляют 1,9% в 2017 году и 0,9% в 2016 году). Поэтому особое значение для России приобретает развитие и обеспечение доступности банковских продуктов и услуг для сельского населения [8].

В настоящее время одной из серьезных проблем, препятствующих как развитию в целом российского финансового рынка, так и удовлетворенности населения банковскими продуктами и услугами, является недостаточный уровень финансовой грамотности населения. И в большей мере это касается сельского населения, основную массу которого можно отнести к категории неквалифицированных потребителей банковских продуктов и услуг.

Низкий уровень финансовой грамотности и понимания различных экономических терминов в сельской местности по сравнению с другими типами населенных пунктов подтверждают данные опроса, проведенного по заказу ЦБ РФ (рисунок 1).



Источник: опрос, проведенный по заказу Банка России.

**Рис.1. Понимание физическими лицами экономического содержания различных финансовых терминов, по типу населенного пункта, %**

Зачастую сельские жители не знают ни своих гражданских прав, ни обязанностей. Во многих случаях при заключении договора с кредитной организацией такой клиент подписывает его, не читая, тем самым, не осознавая в полной мере всех возможных последствий. В связи с этим важно

обеспечить понимание потребителями выбираемых ими банковских продуктов и услуг. Предложение населению доступных для понимания банковских продуктов и услуг может быть обеспечено за счет их стандартизации, в том числе договорной базы. Потребители должны иметь свободный доступ к информации о содержании

банковских продуктов и услуг и сопряженных с ними рисках, об их типовых и специфических характеристиках. При этом кредитные организации должны раскрывать информацию в доступной для понимания форме. Для этого могут разрабатываться специальные информационные листовки, буклеты, содержащие основные сведения по конкретному банковскому продукту, правила его использования на доступном для простого обывателя языке без использования сложных финансовых терминов.

Ведь во многих случаях непонимание клиентом условий предоставления того или иного банковского продукта порождает негативный эффект от его использования, что приводит к последующей потере доверия гражданина ко всем финансовым услугам и продуктам, а также банковским структурам в целом. Такое недоверие может активно транслироваться отдельным лицом широкому кругу близких и знакомых, являющихся потенциальными потребителями финансовых услуг, что значительно снижает общий уровень доверия населения и к банковской системе страны.

Поэтому задача повышения уровня финансовой грамотности населения является актуальной в настоящее время и требует массового подхода. При этом финансовая грамотность предполагает не только получение населением теоретических знаний об основных продуктах и услугах финансового рынка, но и наличие базовых навыков их практического использования. Для достижения этой задачи кредитным организациям следует активизировать свою деятельность, направленную на более тесный контакт банковских сотрудников с непосредственными потребителями банковских продуктов и услуг в сельской местности. Из-за отсутствия операционных офисов банков во многих малонаселенных пунктах в конечном итоге клиенты не имеют возможности обратиться при возникновении вопросов и трудностей в использовании банковского продукта непосредственно к сотруднику. Для устранения этой проблемы кредитные организации могли бы организовывать выездные семинары в сельскую местность для проведения

разъяснительной работы с населением. Выгода для банка в этом случае будет состоять в возможности привлечения потенциальных клиентов, дополнительной продаже банковских продуктов, наращивании активности банковских операций, улучшении качества клиентского портфеля и общем росте лояльности действующих клиентов.

На сегодняшний день перспективным направлением становится сотрудничество банков с предприятиями АПК, расположенными в сельской территории. В сложившейся ситуации действующих санкций российские аграрии получили возможность для выхода на новый уровень производства. Политика импортозамещения, проводимая в отношении западноевропейских поставщиков, открывает новые перспективы развития для отечественных товаропроизводителей [4]. В связи с этим предприятия АПК становятся привлекательными потенциальными клиентами для банков. С ними кредитные организации заключают договора на корпоративное обслуживание, тем самым привлекая в клиентскую базу всех работников предприятия. В такой ситуации целесообразным является закрепление за каждым сельским работодателем персонального менеджера по работе с клиентами, чтобы сотрудники данного предприятия имели возможность обратиться к нему. Непосредственно клиентские менеджеры по договоренности с руководством сельскохозяйственных фирм могут проводить обучающие курсы, собрания с работниками, направленные на разъяснение всех условий и особенностей пользования банковскими продуктами и услугами и повышение уровня финансовой грамотности в целом. Это будет способствовать не только росту общего уровня информированности сельских жителей о банковских продуктах и услугах, но и укреплению доверия населения к кредитно-финансовым организациям. В долгосрочной перспективе повышение уровня финансовой грамотности позволит сформировать у сельского населения культуру потребления банковских продуктов и услуг.

Ещё одна особенность использования банковских продуктов и услуг в сельской местности заключается в низком уровне их

доступности для сельского населения, что обусловлено отсутствием либо недостаточным развитием соответствующей инфраструктуры для предоставления данных продуктов и услуг. Во многом эта проблема связана с географическими условиями нашей страны, обширной территорией Российской Федерации с неравномерной плотностью населения и труднодоступностью отдельных районов, что, безусловно, влияет на распространение банковских продуктов и услуг. В настоящее время можно наблюдать уход поставщиков банковских продуктов и услуг из ряда малонаселенных районов страны, где традиционная форма взаимодействия с потребителями этих продуктов и услуг не приносит требуемой финансовой отдачи на капитал. Основными проблемами, с которыми сталкиваются коммерческие банки при работе в сельской местности, являются: низкая плотность населения и низкая доходность операций при высоких расходах. Поэтому зачастую работа банковских отделений в сельских населенных пунктах является убыточной для банков.

Таким образом, сельские территории являются мало проработанными банками. Однако в сельской местности сосредоточена значимая часть потенциальных клиентов. Распространение банковских продуктов и услуг на селе необходимо не только для обслуживания населения, но и предприятий АПК и их работников. К тому же функционирование сетевых отделений банка в сельской местности влияет на ее социально-экономическое развитие: обеспечение социальной функции и развитие агробизнеса. Размещение банковских отделений в сельских территориях поддерживает агропромышленный сектор, что является драйвером экономического роста региона в целом [1]. Сегодня на селе чаще всего обслуживание граждан осуществляют лишь операционные кассы вне кассового узла Сберегательного банка РФ, а также почтовые отделения. Другие кредитные организации (филиалы) обслуживание жителей сел, не являющихся районными центрами, практически не осуществляют. Сельскому предпринимателю, руководителю крестьянско-фермерского хозяйства для осуществления безналичных расчетов (в том числе по уплате налогов и иных обязательных платежей), ежемесячной оплаты кредита, даже получения выписок по счету приходится зачастую проезжать не один десяток километров до районного центра по сельским дорогам. График работы большинства сельских сберкасс (2 часа каждый день, 4 часа три раза в неделю, один рабочий день в неделю и т.д.) не дает возможности жителям сел и деревень получать самые элементарные банковские услуги (депозиты, кредиты, переводы, платежи, в том числе и налоговые) [2]. В небольших населенных пунктах зачастую отсутствуют не только операционные офисы кредитных организаций, но и банкоматы, платежные терминалы для оплаты услуг, POS-терминалы в торговых предприятиях розничной сети. Поэтому сельское население просто не имеет возможности получения банковских продуктов и услуг из-за их физической недоступности.

В связи с этим особую важность приобретает возможность предоставления банковских продуктов и услуг с использованием сети «Интернет», мобильных технологий и иных современных технологий. Дистанционное банковское обслуживание в первую очередь будет способствовать повышению географической и временной доступности финансовых услуг [10].

В России ежегодно наблюдаются достаточно высокие темпы роста банковских операций населения через интернет. По данным аналитического агентства Markswebb Rank & Report количество интернет-потребителей банковских продуктов в России составляет 35,3 млн. человек — это 64,5% всех российских интернет-пользователей [6]. Однако интернет-банкинг и мобильный банкинг не столь популярны среди сельских жителей, многие просто не умеют ими пользоваться, а некоторые даже не слышали об их существовании. Ведь в сельской местности только половина жителей пользуется интернетом.

Поэтому на данный момент в России сохраняется большой потенциал по переводу клиентских операций из банковских отделений на онлайн-каналы. В связи с

этим кредитные организации должны проводить активную работу по продвижению интернет-банкинга как среди действующих, так и среди потенциальных клиентов, особое внимание, уделяя жителям сельской местности.

Предоставление электронного или удаленного доступа к банковским продуктам и услугам, внедрение дистанционных способов их продаж с применением современных информационных технологий обеспечит доступность широкого ассортимента финансовых продуктов во всех населенных пунктах России [12]. А использование банками предложенного инструментария позволит рассматривать им сельские территории как перспективные для реализации своих банковских продуктов и услуг и повысить свою эффективность в целом.

Таким образом, в результате проведенного исследования было выявлено множество проблем в развитии банковских продуктов и услуг в сельской местности. Со стороны кредитных организаций на современном этапе важно обеспечить работу банковских отделений, терминалов и банкоматов даже в отдаленных сельских населенных пунктах. Необходимо расширить возможность предоставления сельским жителям виртуальных банковских услуг. В целом по стране нужны меры по повышению среднедушевого дохода сельских жителей, росту финансовой грамотности и созданию оптимальной банковской инфраструктуры на селе, что, конечно же, требует дополнительного финансового обеспечения и внимания со стороны государства.

#### Библиография

1. Арасланова К.А. Оптимизация сельской филиальной сети коммерческого банка // Экономика, управление, финансы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015. — С. 152-154.
2. Жичкин К.А., Есипов А.В. Банковское обслуживание населения в сельской местности: проблемы и пути решения // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сб. ст. - 2014. - С. 198-199.
3. Колсеников А.В. Социальное развитие сельских территорий: региональный аспект // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2016г. - №4(12). - С.40-50.
4. Лисавцов А.Ю. Основные проблемы формирования человеческого капитала сельскохозяйственных организаций // Человеческий капитал, как основа динамичного развития агропромышленного комплекса: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. (г. Барнаул, 24-26 мая 2017 г.). — Барнаул: Алтайский ИПК АПК, 2017. — С. 63-65.
5. Лисавцов А.Ю. Современные проблемы воспроизводства трудовых ресурсов в АПК // Инновационное развитие отраслей АПК: угрозы и новые возможности: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. (г.Москва, 24 ноября 2016 г.). - М.: «Научный консультант», 2017 г.- С. 195-198.
6. Савченко Е. С. Отчет Губернатора области Евгения Савченко о результатах деятельности Правительства области в 2016 году. - Режим доступа: <https://www.belregion.ru/press/news/?ID=18918>
7. Сайт аналитического агентства Marksw Webb Rank & Report. - Режим доступа: <http://markswwebb.ru/>
8. Сайт Банка России «Обзор состояния финансовой доступности в Российской Федерации в 2016 году». - Режим доступа: [http://www.cbr.ru/statichhtml/file/11566/rev\\_fin\\_20161110.pdf](http://www.cbr.ru/statichhtml/file/11566/rev_fin_20161110.pdf)
9. Белгородская область в цифрах. 2017: Крат. стат. сб. / Под ред. О.С Тарановой. - Белгород: Белгородстат, 2017. – 272с.
10. Тарасова Т.Ю. Современное состояние интернет-банкинга в России // Современные проблемы и перспективные направления инновационного развития науки: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. (г.Екатеринбург, 15 декабря 2016 г.): В 8 ч. Ч.2. – Уфа, 2016. – С. 203-205.
11. Тимин А.Н. Банковские онлайн-услуги на селе // Экономика и управление: проблемы, решения. - Т:2. -№:8, 2016. - С. 100-108.
12. Янкин С.С. Сфера банковских услуг на селе: совершенствование управления // Сибирский журнал науки и технологий. - 2009.- №1-2 (22). - С. 143-144.

#### References

1. K. Araslanova. Optimization of a rural branch network of a commercial bank // Economics, management, finance: materials IV Intern. sci. Conf. (Perm, April 2015). - Perm: Zebra, 2015. - P. 152-154.
2. Zhichkin K.A., Esipov A.V. Banking services for the population in rural areas: problems and solutions // Agrarian Science - Agriculture: Sat. Art. - 2014. - P. 198-199.
3. Kolesenikov A.V. Social development of rural areas: a regional aspect // Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - 2016g. - № 4 (12). - P.40-50.

4. Lisavtsov A.Yu. Main problems of the formation of human capital of agricultural organizations // Human capital, as the basis for the dynamic development of the agro-industrial complex: Sat. Art. Intern. scientific-practical. Conf. (Barnaul, May 24-26, 2017). – Barnaul, 2017. – P. 63-65.
5. Lisavtsov A.Yu. Modern problems of the reproduction of labor resources in the agroindustrial complex // Innovative development of the agroindustrial complex industries: threats and new opportunities: coll. Art. Intern. scientific-practical. Conf. (Moscow, November 24, 2016). - Moscow: "Scientific consultant", 2017 - S. 195-198.
6. Savchenko E. S. The report of the Governor of the region Evgeny Savchenko on the results of the activities of the Government of the region in 2016. - URL: <http://www.belregion.ru/press/news/ID18918>
7. The site of the analytical agency Markswwebb Rank & Report. - URL: <http://markswwebb.ru/>
8. The Bank of Russia website "Review of the state of financial accessibility in the Russian Federation in 2016". - URL: [http://www.cbr.ru/statichtml/file/11566/rev\\_fin\\_20161110.pdf](http://www.cbr.ru/statichtml/file/11566/rev_fin_20161110.pdf)
9. Belgorod region in figures. 2017: A Brief. stat. Sat. Ed. O.S. Taranova. - Belgorod: Belgorodstat, 2017. - 272с.
10. Tarasova T. Yu. The Current State of Internet Banking in Russia // Modern Problems and Prospective Directions of Innovative Development of Science: Sat. Art. Intern. scientific-practical. Conf. (Ekaterinburg, December 15, 2016): At 8:00 P.2. - Ufa, 2016. - P. 203-205.
11. Timin A.N. Banking online services in the village // Economics and management: problems, solutions. - Т: 2. - №8, 2016. - С. 100-108.
12. Yankin S.S. The sphere of banking services in the countryside: improving management // Siberian Journal of Science and Technology. - 2009. - №1-2 (22). - P. 143-144.

#### **Сведения об авторах**

Тарасова Татьяна Юрьевна, главный персональный менеджер Банка ВТБ 24 (ПАО), аспирант кафедры финансов, инвестиций и инноваций Белгородского государственного национального исследовательского университета (НИУ БелГУ), ул. Победы, д. 85, г. Белгород, Россия, 308015, [tatynatarasova@gmail.com](mailto:tatynatarasova@gmail.com).

Лисавцов Александр Юрьевич, экономист колхоза имени Горина, аспирант кафедры экономики и менеджмента Российской академии кадрового обеспечения АПК (ФГБОУ ДПОС РАКО АПК), ул. Оренбургская, д. 15 Б, г. Москва, Россия, 111621, [alexander.arhiv@mail.ru](mailto:alexander.arhiv@mail.ru).

#### **Information about authors**

Tarasova Tatyana Yurievna, senior Personal Manager of VTB24 Bank, Postgraduate student of the Chair of Finance, Investments and Innovations, Belgorod National Research University, ul. Pobedy, 85, Belgorod, Russia, 308015, e-mail: [tatynatarasova@gmail.com](mailto:tatynatarasova@gmail.com).

Lisavtsov Alexander Yurievich, economist of the Gorin collective farm, graduate student of the Department of Economics and Management of the Russian Academy of Personnel Support of the Agro-Industrial Complex, ul. Orenburgskaya 15 B, Moscow, Russia, 111621, e-mail: [alexander.arhiv@mail.ru](mailto:alexander.arhiv@mail.ru).

УДК 338.432:633.11

*О.О. Шинкаренко, А.В. Колесников*

## ОПТИМИЗАЦИЯ МАСШТАБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**Аннотация.** Важнейшей задачей государства, является обеспечение его продовольственной безопасности. Значимую роль в решении этой задачи играет эффективно организованное зерновое хозяйство. В последнее время наметилась явная тенденция увеличения валовых сборов зерновых культур, как в России, так и в отдельных её регионах. В то же время, современная селекция не может обеспечить быстрые темпы получения высокоурожайных сортов, отвечающих современным требованиям. В этой связи, на первый план выходит совершенствование технологии возделывания зерновых культур. По оценкам ряда ученых, влияние технологии на урожайность зерновых составляет до 60%. Применяемые в настоящее время интенсивные технологии находятся на пределе обеспечения максимальной урожайности зерновых культур. Возникает необходимость внедрения новых современных технологий, которые обеспечивали бы не только высокую урожайность зерновых культур, но также и высокое качество зерна, позволяя при этом сохранять и увеличивать плодородие почв.

**Ключевые слова:** Эффективность производства зерновых культур, биологическая система земледелия, факторы определяющие масштабы производства, оптимизация масштабов производства.

### OPTIMIZATION OF SCOPE OF GRAIN CROPS PRODUCTION

**Abstract.** The most important task of the state is to ensure its food security. A well-organized grain economy plays an important role in this task. Recently, there has been a clear tendency to increase gross collections of grain crops both in Russia and in certain regions. At the same time, modern breeding cannot ensure rapid rates of production of high-yielding varieties that meet modern requirements. In this regard, the improvement of the technology of cultivation of cereals is at the forefront. According to some scientists, the effect of technology on the yield of cereals is up to 60%. Current intensive technologies are at the limit of ensuring maximum yield of grain crops. There is a need to introduce new modern technologies that not only ensure high yields of grain crops, but high grain quality, would allow preserving and increasing soil fertility.

**Keywords:** Efficiency of production of cereals, biological farming system, factors determining the scale of production, optimization of the scale of production.

**Введение.** Количество переменных ресурсов фирмы определяет верхнюю границу ее выработки в краткосрочном периоде или масштаб производства, так как прирост объема может быть осуществлен лишь за счет изменения переменных ресурсов. Для долгосрочного периода верхней границы производства не существует, так как может быть изменен масштаб производства. Эффектом масштаба называют эффект, связанный с изменением стоимости единицы продукции в зависимости от размеров предприятия — его масштаба [1]. Рассматривается в долгосрочном периоде. Обычно речь идёт о снижении затрат на единицу продукции при укрупнении производства. Чем больше используется факторов производства, тем производство крупнее.

**Материалы и методика исследований.** В нашем исследовании, мы учли практически все факторы, оказывающее влияние на масштабы производства и его эффективность. Остановимся более подробно на

некоторых из них при интенсивной и биологической системах земледелия: уровень специализации, уровень товарности производства, уровень концентрации производства, урожайность и как следствие рентабельность производства зерновых (на предельных затратах производства остановимся более подробно далее). На основе результатов проведенных исследований представлено обоснование возможности использования биологической системы земледелия при производстве зерновых культур в Белгородской области.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Средний уровень товарности в хозяйствах, использующих интенсивную систему земледелия, составляет 70,6-83,4%, что несколько выше, чем в хозяйствах, использующих биологическую систему земледелия (таблица 1). Низкий уровень товарности, прежде всего, говорит о стратегии выдержки зерна до весенних месяцев, когда цена на него более высокая. Из этого можно сделать вывод, что хозяйства,



использующие интенсивную систему земледелия, могут испытывать определённый недостаток в финансовых ресурсах. В этой связи, значительную часть своего урожая они продают в текущем году по низким ценам. Такая позиция вызвана прежде всего значительными затратами на единицу площади по сравнению с хозяйствами, исполь-

зующими биологическую систему земледелия. Очевидно, что хозяйства использующие биологическую систему земледелия, вследствие более низких удельных затрат на единицу площади, меньше нуждаются в финансовых ресурсах, и не стремятся быстро продать урожай по низкой цене текущего года.

**Таблица 1. Характеристика специализации сельскохозяйственных организаций, производящих зерно в Белгородской области в 2011-2015 годах (в расчете на 1 предприятие)**

Показатели	Годы				
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Интенсивная система земледелия</b>					
Уровень специализации, %					
Уровень товарности, %	70,6	83,4	70,6	79,3	79,1
Уровень концентрации (под зерновыми), га,	5015	5568	6063	3754	5160
Уровень концентрации (под зерновыми), %	49,0	54,8	55,4	53,4	52,9
Урожайность, ц/га	34,4	34,9	40,1	46,6	42,1
Уровень рентабельности производства зерна, %	23,8	49,1	37,9	31,4	51,0
<b>Биологическая система земледелия</b>					
Уровень специализации, %	26,8	2,0	50,9	70,2	45,9
Уровень товарности, %	22,3	21,49	48,4	44,4	62,2
Уровень концентрации (под зерновыми), га	840	1400	4685	4317	8592
Уровень концентрации (под зерновыми), %	22,3	44,7	35,6	58,3	42,3
Урожайность, ц/га	10,9	44,7	35,6	58,3	42,3
Уровень рентабельности производства зерна, %	9,2	21,8	31,4	70,6	80,9

Уровень концентрации производства определяет, в конечном счете, специализацию хозяйства. В нашем случае, хозяйства, использующие интенсивную систему земледелия, занимают от 49 до 54,8% в структуре посевных площадей под зерновыми культурами. В силу того, что хозяйства, использующие биологическую систему земледелия, начали свое становление 5 лет назад, у них уровень концентрации производства 22-58%. Это связано с тем, что особенно в первые годы своей деятельности, используя значительные объемы финансовых ресурсов, они вынуждены были сеять такие высокодоходные культуры как подсолнечник, что и оказало влияние на уровень концентрации производства [3, 4]. Если же анализировать динамику урожайности при интенсивной и биологической системах земледелия, то видим, что при интенсивной системе земледелия урожайность постоянно растет. При биологиче-

ской системе земледелия, в 2011 году урожайность зерновых культур составила всего 10,9 ц/га. Это объясняется тем, что в первые годы, при переходе на биологическую систему земледелия, как правило бывает низкая урожайность и рентабельность производства, затрачивается много средств защиты растений и удобрений. Затем с каждым годом тратиться все меньше средств защиты растений и удобрений. Затраты на единицу площади уменьшаются при росте урожайности и рентабельности производства.

Как известно, в условиях рыночной экономики целью любого предприятия и главным критерием измерения экономической эффективности его функционирования является прибыль и рентабельность. Прибыль большинства сельскохозяйственных организаций формируется как разница между выручкой от реализации животноводческой и растениеводческой продукции и затратами на ее производство и реализацию.

При анализе эффективности производства и реализации отдельных видов сельскохозяйственной продукции, целесообразнее, на наш взгляд, использовать относительный показатель – уровень рентабельности, поскольку сумма прибыли зависит от размеров предприятия (отрасли). Уровень рентабельности позволяет анализировать экономическую эффективность с помощью удельных показателей, определяющих окупаемость затрат в расчете на единицу продукции.

К числу таких основополагающих показателей, аккумулирующих воздействие всех факторов, и, в конечном счете, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства, следует отнести затраты в расчете на 1 га), урожайность культур, цену реализации единицы продукции [2]. Уровень затрат отражает воздействие как внешних экономических условий (стоимость производственных ресурсов), так и внутренних: технологии, уровень организации производства и т.п. Показатели урожайности и продуктивности на сельскохозяйственных предприятиях формируются под влиянием не только природно-климатических, но и технологических факторов. Цены реализации различных видов

сельскохозяйственной продукции складываются с учетом спроса и предложения на рынке и в большей степени относятся к внешним экономическим факторам по отношению к предприятию, хотя у хозяйства есть определенные возможности управлять ценами, формируя соответствующий уровень качества производимой продукции, а также выбирая эффективные каналы сбыта.

Как известно из теории крупнотоварного производства, факторами, влияющими на его рентабельность, являются цена, себестоимость, уровень специализации, уровень концентрации, товарность и урожайность [5]. Расчеты, сделанные нами за 2011-2015 годы, по хозяйствам, специализирующимся на производстве зерновых культур при биологической и интенсивной системах земледелия, позволяют сделать определённые выводы. Между рентабельностью и всеми вышеперечисленными факторами отсутствует существенная связь. Исключением является уровень концентрации производства при биологической системе земледелия и цена при использовании интенсивной и биологической систем земледелия (табл. 2).

**Таблица 2. Степень влияния основных экономических факторов на рентабельность сельскохозяйственного производства в сельскохозяйственных организациях производящих зерно в Белгородской области в 2011-2015 годах<sup>1</sup>**

Факторы	Система земледелия	
	Интенсивная	Биологическая
Значения парных коэффициентов корреляции		
Уровень специализации	-0,134	0,673
Уровень концентрации	0,582	0,867
Товарность	0,363	-0,462
Производство валовой продукции на 100 га с/х угодий	0,793	0,680
Урожайность	-0,116	0,689
Цена	0,889	0,923
Себестоимость	0,482	0,502
Детерминация влияния основных факторов		
Уровень специализации	0,018	0,452
Уровень концентрации	0,339	0,753
Товарность	0,132	0,213
Производство валовой продукции на 100 га с/х угодий	0,628	0,462
Урожайность	0,013	0,488
Цена	0,791	0,853
Себестоимость	0,232	0,252

В этой связи, построение математической модели на основе учета вышеприведенных факторов и их детерминационных показателей нелогично в силу отсутствия связи. В современных условиях все рассмотренные показатели являются нестабильными, и складывающиеся их взаимные комбинации определяют уровень эффективности (рентабельности) производства определенного вида растениеводческой или животноводческой продукции.

Уровень рентабельности определяется по следующей формуле:

$$P = \frac{Ц - \left(\frac{З}{УК_t}\right)}{\frac{З}{УК_t}} \cdot 100, \quad (1)$$

где P – рентабельность производства, %; Ц – цена реализации 1 ц продукции, руб.; З – затраты на 1 га, руб.; У – урожайность культур, ц/га; К<sub>т</sub> – коэффициент товарности, %.

Анализ данной формулы подтверждает четкую зависимость уровня рентабельности от затрат, цены, урожайности, что позволяет определять допустимые экономические параметры эффективного производства различных видов продукции при изменении данных показателей.

В связи с этим нами был проведен расчет рационального уровня производственных затрат по основным видам сельскохозяйственной продукции, производимой сельскохозяйственными предприятиями, где в качестве базисных были взяты максимальные цены реализации зерна в Белгородской области в 2016 году (табл. 3-5).

Исходя из максимально сложившейся в 2016 году цены, и наиболее характерных для сельскохозяйственных организаций уровня товарности, уровня рентабельности, урожайности, нами были рассчитаны предельные экономические затрат на производство зерна в расчете на 1 га. Как известно из теории крупнотоварного производства, чем меньше затраты, тем более эффективно производство, и тем оно оптимальнее. Оптимальнее и параметры его производства. В этой связи, на данном

этапе исследований, нашей задачей является определение оптимальных затрат, урожайности и рентабельности производства зерна.

При товарности зерна 70%, уровень рентабельности его производства должен быть максимальным, так как с увеличением урожайности и рентабельности его производства предельные затраты на 1 га уменьшаются. Предельные затраты на 1 га по нашим расчетам смогут составить от 15716,75 до 28290,15 руб. на га. Как видно из таблицы 50, минимальные затраты соответствуют уровню рентабельности 100% и урожайности от 50 до 100 ц/га. При увеличении товарности, увеличиваются и предельные затраты на 1 га. При уровне товарности 80%, колеблемость предельных затрат, при максимальной рентабельности, составляет от 17962,00 до 32331,60 руб. га. И это при условии, что минимальная урожайность зерна должна составить 50ц/га.

При минимальных предельных затратах, максимальном уровне рентабельности 100%, урожайность может составить 50ц/га. Максимальные предельные затраты соответствуют рентабельности 100% и урожайности 100 ц/га.

При уровне товарности 90%, минимальные предельные затраты на 1 га составляют 20207,25 руб. га при рентабельности 100% и урожайности 50ц/га. Максимальные предельные затраты при данном уровне товарности оставляют 8826,68 руб. га, что соответствует рентабельности в 100%, и урожайности 36373,05ц/га.

В нашем случае, для условий Белгородской области, минимальные затраты, обеспечивающие максимальную рентабельность будут начинаться от 50ц/га. Это обусловлено необходимостью производить не менее 4 млн. т. зерна ежегодно. В этой связи, оптимальным будет тот размер сельскохозяйственного производства, который при минимальных предельных затратах и максимальном уровне рентабельности будет способствовать получению максимальной урожайности.

**Таблица 3. Определение экономических пределов эффективного производства зерна (затраты на 1 га, руб.), при максимальной цене (8981 руб. т.) в 2016 году и уровне товарности 70%**

№ п/п	Уровень рентабельности, %	Урожайность, ц/га								
		30	40	50	60	70	80	90		
1	0	18860,10	25146,80	31433,50	37720,20	44006,90	50293,60	56580,30		
2	20	15716,75	20955,67	26194,58	31433,50	36672,42	41911,33	47150,25		
3	30	14507,77	19343,69	24179,62	29015,54	33851,46	38687,38	43523,31		
4	40	13471,50	17962,00	22452,50	26943,00	31433,50	35924,00	40414,50		
5	50	12573,40	16764,53	20955,67	25146,80	29337,93	33529,07	37720,20		
6	60	11787,56	15716,75	19645,94	23575,13	27504,31	31433,50	35362,69		
7	70	11094,18	14792,24	18490,29	22188,35	25886,41	29584,47	33282,53		
8	80	10477,83	13970,44	17463,06	20955,67	24448,28	27940,89	31433,50		
9	90	9926,37	13235,16	16543,95	19852,74	23161,53	26470,32	29779,11		
10	100	9430,05	12573,40	15716,75	18860,10	22003,45	25146,80	28290,15		

**Таблица 4. Определение экономических пределов эффективного производства зерна (затраты на 1 га, руб.), при максимальной цене (8981 руб. т.) в 2016 году и уровне товарности 80%**

№ п/п	Уровень рентабельности, %	Урожайность, ц/га								
		30	40	50	60	70	80	90		
1	0	21554,40	28739,20	35924,00	43108,80	50293,60	57478,40	64663,20		
2	20	17962,00	23949,33	29936,67	35924,00	41911,33	47898,67	53886,00		
3	30	16580,31	22107,08	27633,85	33160,62	38687,38	44214,15	49740,92		
4	40	15396,00	20528,00	25660,00	30792,00	35924,00	41056,00	46188,00		
5	50	14369,60	19159,47	23949,33	28739,20	33529,07	38318,93	43108,80		
6	60	13471,50	17962,00	22452,50	26943,00	31433,50	35924,00	40414,50		
7	70	12679,06	16905,41	21131,76	25358,12	29584,47	33810,82	38037,18		
8	80	11974,67	15966,22	19957,78	23949,33	27940,89	31932,44	35924,00		
9	90	11344,42	15125,89	18907,37	22688,84	26470,32	30251,79	34033,26		
10	100	10777,20	14369,60	17962,00	21554,40	25146,80	28739,20	32331,60		

**Таблица 5. Определение экономических пределов эффективного производства зерна (затраты на 1 га, руб.), при максимальной цене (8981 руб. т.) в 2016 году и уровне товарности 90%**

№ п/п	Уровень рентабельности, %	Урожайность, ц/га								
		30	40	50	60	70	80	90		
1	0	24248,70	32331,60	40414,50	48497,40	56580,30	64663,20	72746,10		
2	20	20207,25	26943,00	33678,75	40414,50	47150,25	53886,00	60621,75		
3	30	18652,85	24870,46	31088,08	37305,69	43523,31	49740,92	55958,54		
4	40	17320,50	23094,00	28867,50	34641,00	40414,50	46188,00	51961,50		
5	50	16165,80	21554,40	26943,00	32331,60	37720,20	43108,80	48497,40		
6	60	15155,44	20207,25	25259,06	30310,88	35362,69	40414,50	45466,31		
7	70	14263,94	19018,59	23773,24	28527,88	33282,53	38037,18	42791,82		
8	80	13471,50	17962,00	22452,50	26943,00	31433,50	35924,00	40414,50		
9	90	12762,47	17016,63	21270,79	25524,95	29779,11	34033,26	38287,42		
10	100	12124,35	16165,80	20207,25	24248,70	28290,15	32331,60	36373,05		

В частности, при уровне товарности 70%, рентабельности 100%, урожайности 50 ц/га, минимальные предельные затраты составят 15716,75 руб. га. При уровне товарности 80%, уровне рентабельности 100%, урожайности 50 ц/га, предельные затраты составят 17962,00 руб. га. Таким образом, исходя из вышеизложенного аналитического материала, наиболее оптимальным является первый вариант, так как он при прочих равных условиях обеспечивает значительный объем валовой продукции – 80ц/га при минимальных из всех вариантов затратах. Такой уровень товарности примерно соответствует среднему уровню в зерновых хозяйствах Белгородской области за 2011-2015гг, который составил 76,6%.

Если же сопоставить данные таблицы 3-5 с данными таблицы 6, то увидим, что минимальные затраты на 1 га были в 2011 году -12885 руб. га, и затем ежегодно возрастали. Производственные затраты на 1 га совпадают с рассчитанными нами значениями предельных затрат при уровне товарности 90%

Как видно из таблицы 6, в Белгородской области наиболее оптимально производство зерновых культур в хозяйствах, в которых общая площадь посева зерновых превышает 4800 га., при этом, уровень концентрации производства должен составлять 53-62%, а урожайность не менее 40 ц/га. Как видим из данных таблицы 6, оптимальные масштабы производства совпадают, как в сельскохозяйственных организациях, использующих интенсивные технологии, так и биологические. Однако, из этой же таблицы видно, что при биологической системе земледелия затраты меньше на 20,3%. Это, в свою очередь, должно стать стимулом для хозяйств, внедряющих эту систему земледелия. Урожайность при интенсивной технологии незначительно отличается от урожайности при биологической системе земледелия. Однако, как было сказано выше, за счет меньших производственных затрат, биологическая система земледелия выигрывает по рентабельности. Так, если в 2015 году рентабельность производства зерна при интенсивной технологии была 63,3%, то при биологической 80,9%. В значительной степени позитивное влияние

на это оказывает меньший объем расходов, связанных с содержанием объектов основных средств.

Исходя из имеющихся оптимумов масштабов производства зерна в крупных сельскохозяйственных организациях, а также с учетом индикаторов «Стратегии социально-экономического развития Белгородской области до 2025 года», нами сделан расчет параметров производства зерновых культур, необходимых для обеспечения нужд животноводства и перерабатывающей промышленности в Белгородской области по биологической и интенсивной технологиям возделывания зерновых культур. С учетом намеченных показателей производства до 2025 года: мяса 718,5 тыс. т., товарного яйца 1861 млн. шт., мяса свиней 701,4 тыс. т, молока 616 тыс. т, обеспечения населения, необходимо производить не менее 3851,8 тыс. т. зерна. При этом, как показывают расчеты, при интенсивной системе земледелия, может быть занято 948,1 тыс. га, в то время как при биологической 844,1 тыс. га.

При биологической системе земледелия, хозяйства получают возможность производить другие виды продукции, увеличивая при этом свою валовую прибыль. В настоящее время, под зерновыми культурами в Белгородской области занято 778,7 тыс. га, что явно недостаточно для обеспечения животноводства кормами, а населения продовольствием. Расчеты показывают, что при биологической системе земледелия, за последние 3 года урожайность здесь выше, и как было сказано, рентабельность также выше. В этой связи, для производства 3,8 млн. т. зерна необходимо задействовать не более 87 сельскохозяйственных организаций, в то время как при интенсивной системе земледелия 96. В настоящее время в Белгородской области насчитывается порядка 200 сельскохозяйственных организаций. Это, как правило, крупные компании, со значительными площадями, занятыми зерновыми культурами.

**Таблица 6. Оптимальные масштабы производства зерна в специализированных хозяйствах Белгородской области**

№ п. п.	Показатели	Площадь под посевами зерновых, га					ООО «Мясные фермы Искра» (наиболее эффективный год -2015)
		2011	2012	2013	2014	2015	
1	Число хозяйств в группе	24	24	25	16	25	1
2	Общая площадь пашни, га (по группе)	818026	823575	835802	64647	897042	13807
3	Площадь посева зерновых в специализированных хозяйствах, га	437920	492773	493804	29749	497968	8592
4	Уровень концентрации производства, %	53,5	59,8	59,1	46,0	55,5	62,3
5	Доля в общеобластном производстве зерна, %	79,8	81,7	79,9	4,4	85,6	1,4
6	Урожайность зерновых, ц/га	35,4	37,0	43,0	44,2	44,3	42,3
7	Затраты труда на 1 га посевов, чел./час.	9,8	8,57	10,5	13,3	8,4	Н.д.
8	Производственные затраты, руб./га	12885,03	14691,18	16742,65	18944,91	21327,40	17875,47
9	Затраты на минеральные и органические удобрения руб./га	1903,18	2455,07	2854,89	2275,98	3323,47	4537,71
10	Стоимость основных средств на 100 га пашни, тыс. руб.	3643,9	3997,98	3966,41	3454,1	5783,0	2552,4
11	Энергообеспеченность на 100 га пашни, л.с.	162,7	175,9	159,7	226,9	153,8	78,4
12	Количество тракторов на 100 га пашни	0,3	0,3	0,3	0,7	0,3	0,1
13	Рентабельность производства зерновых, %	30,0	62,2	48,2	49,3	65,6	80,9
14	Оптимальные масштабы, га	Более 4800	Более 4800	Более 4800	1601-2400	Более 4800	Более 8592

Имеющаяся в Белгородской области тенденция увеличения площади хозяйств, производящих зерно, носит положительный характер, что обусловлено востребованностью зерна в перерабатывающей промышленности, в частности в комбикормовой. Что же касается типа специализации, то главными отраслями являются производство мяса птицы, свинины, молока. Зерновая отрасль, как правило, является вспомогательной, и в перспективе будет обеспечивать кормами животноводство, а население продовольствием.

В Белгородской области хозяйством, в котором полностью внедрена биологическая система земледелия, является ООО «Мясные фермы «Искра» Корочанского района. В остальных хозяйствах региона такая система либо не внедрена, либо внедрена частично, что не позволяет сделать более глубокий и объективный анализ. В этой связи нами сделана сравнительная характеристика систем земледелия зерновых культур в вышеназванном хозяйстве, самостоятельно функционирующем хозяйстве – СПК «Нива», и ГК «Агро-Белогорье». ООО

«Мясные фермы «Искра» специализируется на производстве мяса КРС и зерновых культур. СПК «Нива» специализируется на производстве молока и зерновых культур. ООО ГК «Агро-Белогорье» специализируется на производстве свинины и зерновых культур. Этот агрохолдинг имеет в своей структуре зерновые компании: ООО «Борисовская зерновая компания», ООО «Прохоровская зерновая компания», ООО «Красногвардейская зерновая компания». Все вышеприведенные организации имеют главную или основную специализацию в производстве зерна. Помимо этого, вышеперечисленные хозяйства находятся в одной природно-климатической зоне.

Как видно из таблицы 8, себестоимость зерновых культур в ООО «Мясные фермы «Искра», значительно меньше, чем в сравниваемых хозяйствах, а рентабельность при этом значительно выше. Так в 2015 году себестоимость в ООО «Мясные фермы «Искра» составила 422, 17 руб. ц, в то время как в СПК «Нива» 564,7 руб. ц, а в ООО ГК «Агро-Белогорье» 583,18 руб. ц. Аналогичная ситуация наблюдалась и в предыдущие годы. Исключением для СПК «Нива» стал 2013 год. Считаем, что это именно исключение. Если же анализировать, основные составляющие себестоимости, то увидим, что благодаря применяемой биологической системе земледелия в ООО «Мясные фермы «Искра», затраты на нефтепродукты в расчете на 1 га в 2,0-2.5 раза меньше у СПК «Нива» и ООО ГК «Агро-Белогорье». В то же время, из-за того что в связи с применяемой технологией в ООО «Мясные фермы «Искра» не осуществляется вспашка, необходимо тратить больше средств на борьбу с сорными растениями.

Как показывает мировая практика, такого рода расходы характерны для этапов становления биологической системы земледелия. Несколько меньше вносится удобрений на поля ООО «Мясные фермы «Искра» в связи с тем, что значительная часть мульчи перегнивает и образует органическое вещество. В этой связи количество удобрений, необходимое для восстановления почвенного плодородия, меньше, чем при интенсивной технологии. В связи с тем,

что при биологической системе земледелия используется меньшее количество технологических операций, чем при интенсивной технологии, по ней и затраты на содержание основных средств соответственно в несколько раз меньше. Все вышеприведенные факты свидетельствуют об экономии затрат при биологической системе земледелия, и о большей ее эффективности по сравнению с интенсивными системами земледелия. Об этом говорит стабильно высокий уровень рентабельности производства зерновых культур. Он составляет от 31, до почти 81%.

Следует также отметить тот факт, что в 2015 году, в анализируемых хозяйствах, практически при одинаковой урожайности – 40-42 ц/га, рентабельность производства зерна при биологической системе земледелия была более чем в 2 раза выше. Все вышеизложенное свидетельствует о необходимости внедрения этой системы земледелия в связи с ее высокой экономической эффективностью. И это не говоря о том, что при этой системе земледелия естественным образом формируется органическое вещество.



**Таблица 7. Расчет параметров производства зерновых культур необходимых для обеспечения нужд животноводства и перерабатывающей промышленности в зерне в Белгородской области**

Показатели	Фактически	Всего потребности	Производство к 2025 году				Производство продовольственного зерна, 3300 тыс. т	
			Мяса птицы (в живом весе), 718,5 тыс.	Товарного яйца, 1861 млн. шт.	Мяса свинины (в живом весе), 701,4 тыс. т	Молока, 616 тыс. т.		
Норма расхода зерна на 1т продукции кг.	-	-	1130	830 грамм на 10 яиц	3500	431	110 кг зерна на 1 чел в год	
Необходимо произвести, тыс. т.	3129,7 (2015 год)	3851,8	811,9	154,5	2454,9	265,5	165,0	
Интенсивная система земледелия								
Сложившаяся урожайность зерновых, ц/га			40,6 (в среднем за последние 3 года)					
Должно быть занято под зерновыми культурами пашни), тыс. га			778,7	199,9	38,1	604,7	65,4	40,6
Средний размер хозяйства, обеспечивающий максимальную эффективность производства зерна, га пашни			34428					
в т.ч. занято под зерновыми, га.			19613					
Количество зерновых предприятий, ед.	96	48	10	2	31	3	2	
Тип специализации предприятия			Птицеводческие хозяйства (агрохолдинги) с обособленными структурными подразделениями - зерновыми компаниями, имеющими статус юридического лица		Свиноводческие хозяйства (агрохолдинги) с обособленными структурными подразделениями - зерновыми компаниями, имеющими статус юридического лица	Молочно-зерновые и зерно-молочные сельскохозяйственные организации производящие продукцию в рамках одного юридического лица	Преимущественно самостоятельные сельскохозяйственные организации, имеющие зерновую специализацию	

Продолжение таблицы 7.

Биологическая система земледелия						
45,7(в среднем за последние 3 года)						
Сложившаяся урожайность зерновых, ц/га	778,7	844,1	177,7	33,8	539,4	57,1
Должно быть занято под культурами пашни), тыс. га						
Средний размер хозяйства, обеспечивающий максимальную эффективность производства зерна, га пашни	34428					
в т.ч. занято под зерновыми, га.	19613					
Количество зерновых предприятий, ед.	87	43	9	2	28	3
Тип специализации предприятия			Птицеводческие хозяйства (агрохолдинги) с обособленными структурными подразделениями - зерновыми компаниями, имеющими статус юридического лица		Свиноводческие хозяйства (агрохолдинги) с обособленными структурными подразделениями - зерновыми компаниями, имеющими статус юридического лица	
					Молочно-зерновые и зерно молочные сельскохозяйственные организации производящие продукцию в рамках одного юридического лица	
					Преимущественно самостоятельные сельскохозяйственные организации, имеющие зерновую специализацию	

**Таблица 8. Эффективность использования биологической и интенсивной систем земледелия в хозяйствах при производстве зерновых культур в Белгородской области**

№ п.п.	Показатели	Годы		
		2013	2014	2015
<b>ООО «Мясные фермы «Искра» (биологическая система земледелия)</b>				
1	Себестоимость 1 ц зерновых, руб.	486,26	314,89	422,17
2	Затраты на нефтепродукты на 1 га	686,45	1432,71	1294,81
3	Затраты на средства защиты растений на 1 га, руб.	1822,41	2326,38	3286,89
4	Затраты на удобрения на 1 га, руб.	3962,65	2874,68	4644,32
5	Затраты на содержание основных средств, на 1 га руб.	73,00	90,34	641,29
6	Затраты труда на 1 ц продукции, чел/час	Нет данных	Нет данных	Нет данных
7	Урожайность ц/га	36,6	58,3	42,3
8	Рентабельность производства зерна, %	31,4	70,6	80,9
<b>СПК «Нива» (интенсивная система земледелия)</b>				
1	Себестоимость 1 ц зерновых, руб.	372,71	412,03	564,70
2	Затраты на нефтепродукты на 1 га	1447,62	3186,59	2619,47
3	Затраты на средства защиты растений на 1 га, руб.	1945,66	2736,87	3331,05
4	Затраты на удобрения на 1 га, руб.	1606,72	1316,20	1303,16
5	Затраты на содержание основных средств, на 1 га руб.	2727,73	5011,17	2467,89
6	Затраты труда на 1 ц продукции, чел/час	Нет данных	Нет данных	Нет данных
7	Урожайность ц/га	40,4	52,9	40,8
8	Рентабельность производства зерна, %	60,8	34,5	36,0
<b>ООО ГК «Агро-Белогорье» (интенсивная система земледелия)</b>				
1	Себестоимость 1 ц зерновых, руб.	552,14	487,61	583,18
2	Затраты на нефтепродукты на 1 га	1719,58	1909,30	2436,48
3	Затраты на средства защиты растений на 1 га, руб.	1472,33	1766,78	2283,42
4	Затраты на удобрения на 1 га, руб.	4090,93	4422,43	4977,40
5	Затраты на содержание основных средств, на 1 га руб.	3708,32	3182,34	2502,79
6	Затраты труда на 1 ц продукции, чел/час	0,291	0,227	0,266
7	Урожайность ц/га	37,1	46,9	42,4
8	Рентабельность производства зерна, %	16,3	12,0	35,4

**Выводы.** Таким образом, вышесказанное указывает на эффективность использования биологизации земледелия при возделывании зерновых культур в Белгородской области, так как их урожайность в хозяйствах применяющих биологическую

систему земледелия находится на более высоком уровне. Устранить проблемы развития зернового хозяйства в регионе также возможно посредством использования биологической системы земледелия.

### **Библиография**

1. Колесников А.В. Развитие крупнотоварного сельскохозяйственного производства России в современных условиях / Москва, 2010. – 383 с.
2. Небавский В.А. Опыт внедрения нулевой технологии обработки почвы. – Краснодар, 2003. – 134 с.
3. Попов А.Ф. Тульская область: опыт применения технологии No-till/ Ресурсосберегающее земледелие. – 2009. - №2(3). – С. 24-25.
4. Сантьяго Лорензатти. Прямой посев: экологический и производственный менеджмент качества/Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. - №1. – С. 19-20.
5. Чайнов А. В. Оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий. – М.: Новая деревня, 1928.

### **References**

1. Kolesnikov A.V. Razvitie krupnotovarnogo selskohozyaystvennogo proizvodstva Rossii v sovremennyih usloviyah / Moskva, 2010. – 383 s.
2. Nebavskiy V.A. Opyit vnedreniya nulevoy tehnologii obrabotki pochvyi. – Krasnodar, 2003. – 134 s.
3. Popov A.F. Tulskaaya oblast: opyit primeneniya tehnologii No-till/ Resursosberegayuschee zemledelie. – 2009. - #2(3). – S. 24-25.
4. Santyago Lorenzatti. Pryamoy posev: ekologicheskii i proizvodstvennyi menedzhment kachestva/Resursosberegayuschee zemledelie. – 2008. - #1. – S. 19-20.
5. Chayanov A. V. Optimalnyie razmeryi selskohozyaystvennyih predpriyatii. – M.: Novaya derevnya, 1928.

### **Сведения об авторах**

Шинкаренко Оксана Олеговна, аспирантка ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, ул. Вавилова 1, Россия, 308503, тел. +79202072125

Колесников Андрей Викторович, доктор экономических наук, профессор РАН, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, ул. Вавилова 1, Россия, 308503, +79606283333

### **Information about authors**

Oksana Shinkarenko, PhD student at the FSBEI HE Belgorod SAU, pos. Maysky, Str. Vavilova 1, Russia, 308503, tel. +79202072125

Kolesnikov Andrei Viktorovich, Doctor of Economics, Professor of RAS, Vice-Rector for Research FSBEI HE Belgorod SAU, pos. Maysky, Str. Vavilova 1, Russia, 308503, +79606283333

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 631.674:633.49

*С.С. Волощенко*

### ВЛИЯНИЕ СПРИНКЛЕРНОГО ОРОШЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КАЧЕСТВО ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

**Аннотация.** Развитие агропромышленного комплекса требует от фермеров взвешенного и рационального использования земель с наименьшим нанесением ущерба окружающей среде. Это, несомненно, вызывает ряд вопросов, ответы на которые необходимо раскрыть в полной мере. Для этого необходимо создать комплекс исследований нацеленных на разработку оптимальных методов выращивания данной культуры. В результате исследований были выделены основные группы сортов в зависимости от длительности периода созревания, что является важным фактором для возделывания данной культуры. Были выявлены выгодные отличия применения спринклеров от капельного полива.

**Ключевые слова:** качество урожая, количество урожая, удобрения под картофель, защита картофеля от сорняков, болезней и вредителей, спринклерное орошение.

### INFLUENCE OF SPRINKLER IRRIGATION ON BIOLOGICAL PECULIARITIES AND QUALITY OF GROWING POTATOES

**Abstract.** Development of agro-industrial complex demands from farmers of weighed and rational use of lands with the smallest causing damage to environment. It, undoubtedly, causes a number of questions answers on which need to be opened fully. For this purpose it is necessary to create a complex of researches of the optimum methods of cultivation of this culture aimed at development. We in turn, will try to designate the main methods and approaches for the solution of the task set for us. As a result of researches we allocated the main groups of grades depending on duration of the period of maturing that is an important factor for cultivation of this culture. Favorable differences of application of sprinklers from drop watering were revealed..

**Keywords:** quality of a crop, quantity of a crop, fertilizer under potatoes, protection of potatoes against weeds, diseases and wreckers, a sprinkler irrigation.

Растениеводство является ведущей отраслью сельского хозяйства. Оно занимается выращиванием культурных растений для получения продуктов питания для людей, кормов для животных, технических культур. К таким культурным растениям относится картофель – важная продовольственная культура, неотъемлемый продукт питания в жизни человека.

Так сложилось, что со времени появления картофеля на русских землях, он завоевал второе место после хлеба на наших обеденных столах. Картофель понравился русскому человеку за его неповторимые вкусовые качества, большое содержание в нем питательных веществ и крахмала, что оказало не только положительное влияние на организм в целом, но и стало причиной высокого темпа освоения данной культуры[4].

Сегодня картофель возделывается почти повсеместно, главной причиной возделывания картофеля в ЦЧЗ регионе является его высокая потребность в пищевом

рационе человека. Так как картофель обладает большим запасом питательных веществ, его не редко используют для корма животных, что для нашей Белгородской области является не менее актуальным аспектом возделывания этой культуры.

Целью исследований является научное обоснование формирования урожайности и качества клубней картофеля в зависимости от элементов технологии возделывания. А также комплексный системный анализ взаимосвязей орошения, средств защиты и регуляторов роста растений при возделывании картофеля.

Для большинства регионов и хозяйств особенно важное практическое значение имеет правильный подбор сортов с учетом длительности периода вегетации, необходимого для их полного созревания.

Посадка картофеля в грунт была проведена 7.05.2015 г. Площадь участка составляет примерно 1,5 га. Почва опытного участка представлена обыкновенными черноземами, богатыми гумусом. По совокуп-

ности гидротермических показателей вегетационный период картофеля в 2015 году близок к среднемноголетнему уровню.

Фенологические фазы картофеля отмечали по методике Госсортсети.

Выделяют шесть периодов развития картофеля.

Первый период – покой клубня. Клубни, убранные с поля, в состоянии естественного покоя в течение 3 – 4 месяцев не прорастают. При этом в местах хранения поддерживаются условия, препятствующие прорастанию почек, - пониженные температуры.

Второй период – от посадки до появления всходов, становления ростка – продолжается 3 – 4 недели. При наступлении биологического минимума температур почки глазков трогаются в рост, используя запасные питательные вещества материнского клубня. Формируются надземные части стебля и пристолонные корни.

Третий период – от всходов до бутонизации (35 – 40 дней) – характеризуется

ростом основной массы листьев, междоузлий корневой системы, столонов, формированием генеративных органов[3].

Четвертый период – образование и начало роста клубней – проходит во второй половине фазы бутонизации – начале цветения.

Пятый период – прекращение увеличения массы ботвы. В это время интенсивно растут клубни.

Шестой период – постепенное увядание ботвы, переход значительной части питательных веществ в клубни, завершение накопления в клубнях крахмала, сухих веществ, огрубение их кожуры. Клубни, достигнув физиологической зрелости, вступают в период естественного покоя.

В результате наблюдения вследствие поздней посадки картофеля в грунт было установлено значительное смещение сроков прохождения фенологических фаз (2-6) по сравнению с привычными сроками внесения посадочного материала в грунт (табл. 1).

**Таблица 1. Сроки прохождения фенологических фаз картофеля**

Фенологическая фаза (период)	Сроки прохождения фазы			
	контроль	1 полив	2 полива	3 полива
Первый период – покой клубня	08.2015-06.2016	08.2015-06.2016	08.2015-06.2016	08.2015-06.2016
Второй период – от посадки до появления всходов	08.05.-02.07.2016	09.05.-02.07.2016	10.05.-02.07.2016	10.05.-29.06.2016
Третий период – от всходов до бутонизации	01.06.-31.07.2016	02.06.-29.07.2016	02.06.-28.07.2016	29.07.-26.07.2016
Четвертый период – образование и начало роста клубней	05.07.-15.07.2016	03.07.-13.07.2016	03.07.-12.07.2016	01.07.-11.07.2016
Пятый период – прекращение увеличения массы ботвы	20.08.-10.09.2016	22.08.-12.09.2016	23.08.-12.09.2016	25.08.-15.09.2016
Шестой период – от постепенного увядания ботвы до уборки картофеля	25.08.-02.09.2016	26.08.-02.09.2016	26.08.-03.09.2016	28.08.-04.09.2016

Существенных отличий по срокам прохождения фенологических фаз для картофеля, подвергнутому разному количеству обработок выявлено не было. Максимальное отклонение от контроля в ту и в другую сторону составило пять дней. Таким образом, можно сделать вывод, что количество и качество обрабатывающего реагента не влияет на сроки развития картофеля.

Прохождение третьей фенологической фазы (с момента появления всходов до бутонизации) с 25-27 июня до 25-28 июля

характеризовалось средними температурами, соответствующими многолетним наблюдениям – 19,6-24,0оС, и суммарным количеством осадков – до 39,0 мм. Влажность составила – 63%, что является недостаточным для роста и развития картофеля. Вследствие этого, были произведены спринклерные поливы на всех участках, за исключением контроля. Спринклерное орошение – это разбрызгивание или распыление воды - это имитация естественного природного явления – дождя [1].

Для равномерного полива даже в ветреную погоду, спринклеры устанавливаются таким образом, чтобы обеспечить 300% перекрытие. Системы проектируются с нормой полива 6-8 мм/га в сутки, полив обычно осуществляют 1 раз в 5 дней с расходом 300 – 400 м<sup>3</sup>/га. В периоды с большой дневной температурой и высокой испаряемостью предпочтительно проводить ночные поливы [2].

Для подвода воды к спринклерам обычно применяют полиэтиленовые трубы диаметром 40-50 мм производства Россия или гибкие поливные рукава лейфлет диаметром 40-50 мм для более удобного монтажа системы. При установке контроллера полива и управляемых по кабелю или радиосигналу гидравлических клапанов возможно полностью автоматизировать полив и внесение удобрений.

Первый полив был произведен в фазу бутонизации. Он производился на всех участках, кроме делянки с контрольными посадками. Норма полива составила во всех последующих случаях примерно 0,019 л/м<sup>2</sup> в течение 12 ч, тогда как поливная норма - 370 м<sup>3</sup> на га. Второе орошение было проведено в фазу цветения, норма полива – аналогична первому. Поливались только два участка, кроме контрольного и первого.

В отличие от капельного полива, главными преимуществами спринклеров является то, что при их использовании они восполняют недостаток влаги, повышают влажность воздуха в приземном слое и снижают температуру почвы, что очень важно при посадке картофеля [4].

Несмотря на высокую стоимость, спринклерное орошение экономически выгодно в южных регионах или же в районах с высокой температурой, особенно на небольших площадях. Так как, в отличие от передвижных машин, стационарные системы могут обеспечить высокую норму полива и оптимальную частоту полива даже в самые жаркие и сухие периоды. Срок эксплуатации спринклеров – 10 лет и выше.

Успех микроорошения позволил развить новые подходы к орошению дождеванием. Использование пластиковых труб,

наконечников и других аксессуаров могут способствовать экономии материалов и получить более урожайные сборы продуктов.

Основной чертой новой концепции орошения являются:

- низкий показатель осадков;
- низкое рабочее давление;
- короткие промежутки орошения;
- верховой полив и однородность распределения удобрений по всей области.

Низкая скорость осаждения являются убедительным и все больше фермеров готовы переключиться на постоянные и полупостоянные ирригационные системы в дополнение к четкой организации труда, экономии средств и удобству эксплуатации [4].

Картофель для защиты от вредителей был обработан целым рядом препаратов: Радомил Голд, Акробат и Пеннкоцеб, Престиж КС и Регент 800 [1].

В опыте обработку клубней и растений картофеля проводили согласно инструкции по применению пестицидов, исключение составила группа растений, относимая к контролю, не подвергавшаяся воздействию различных факторов (орошение, применение пестицидов).

В результате наблюдений было выявлено, что клубни картофеля, не подвергнутые обработке (контроль), были подвержены заболеваниям (фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз) и масштабно пострадали от колорадского жука, так же отмечено частичное проявление некоторых болезней (парша обыкновенная, макроспориоз) и следы повреждения клубней проволочником и листьев тлей.

Сочетание спринклерного орошения и обработки клубней и растений фунгицидами оказало положительный эффект. Так было установлено, что после первого спринклерного орошения и проведения обработки фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз и микроспориоз имели частичные проявления, колорадский жук встречался на отдельных кустах картофеля.

Двойное орошение и последующие обработки растений картофеля выявили единичные очаги поражения колорадским жуком и признаки ризоктониоза. Тройной

спринклерный полив и воздействия инсектицидов не обнаружили повреждений растений и клубней картофеля различного рода вредителями (проволочник, колорадский жук и т.д.) и болезнями (фитофтороза, альтернариоза, парша и т.д.).

Таким образом, отсутствие обработки клубней и растений картофеля фунгицидами способствовало проявлению заболеваний и повреждению вредителями различных частей растения культуры, разовое и многократное воздействие выявило практически полное отсутствие болезней и насекомых-вредителей на кустах и клубнях картофеля.

Двойное орошение и последующие обработки растений картофеля выявили единичные очаги поражения колорадским

жуком и признаки ризоктониоза. Тройной спринклерный полив и воздействия инсектицидов не обнаружили повреждений растений и клубней картофеля различного рода вредителями (проволочник, колорадский жук и т.д.) и болезнями (фитофтороза, альтернариоза, парша и т.д.).

Таким образом, отсутствие обработки клубней и растений картофеля фунгицидами способствовало проявлению заболеваний и повреждению вредителями различных частей растения культуры, разовое и многократное воздействие выявило практически полное отсутствие болезней и насекомых-вредителей на кустах и клубнях картофеля.

#### Библиография

1. Андрианов А.Д. Капельное орошение раннего картофеля / А.Д. Андрианов // Мелиорация и водное хозяйство. 2008. - N 3. - С. 37-40
2. Волощенко С.С. Картофель на спринклерном орошении – перспективная инновация для фермеров / С.С. Волощенко, Л.В. Волощенко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. -№2. – С.603.
3. Гиль Л.С. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения и фертигации / Л.С. Гиль, В.И. Дьяченко, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима. Ж.: ЧП «Рута», 2007. - 390 с.
4. Григоров М.С. Дифференцированный режим орошения картофеля при капельном поливе / М.С. Григоров, В.М. Жидков, В.В. Захаров // Картофель и овощи. 2009. - N 9. - С. 19-20

#### References

1. Andrianov A.D. Kapel'noe oroshenie rannego kartofelya [Drip irrigation of early potatoes] / A.D. Andrianov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo [Land reclamation and water management]. 2008. - N 3. - S. 37-40
2. Voloshchenko S.S. Kartoffel' na sprinklernom oroshenii – perspektivnaya innovaciya dlya fermerov [Potatoes on sprinkler irrigation - promising innovations for farmers] / S.S. Voloshchenko, L.V. Voloshchenko // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. – 2014. -№2. – S.603.
3. Gil' L.C. Sovremennoe promyshlennoe proizvodstvo ovoshchej i kartofelya s ispol'zovaniem sistem kapel'nogo orosheniya i fertigacii [Vegetables and potatoes using drip irrigation and fertigation systems] / L.C. Gil', V.I. D'yachenko, A.I. Pashkovskij, L.T. Sulima. ZH.: CHP «Ruta», 2007. - 390 s.
4. Grigorov M.S. Differencirovannyj rezhim orosheniya kartofelya pri kapel'nom polive Differentiated potato irrigation regime for drip irrigation] / M.S. Grigorov, V.M. Zhidkov, V.V. Zaharov // Kartoffel' i ovoshchi. [Potatoes and vegetables] 2009. - N 9. - S. 19-20.

#### Сведения об авторах:

Волощенко Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89155670888, e-mail: [89155670888@rambler.ru](mailto:89155670888@rambler.ru)

#### Information about authors

Voloshchenko Sergey Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str. 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel 89194379179, e-mail: [lyuda190883@rambler.ru](mailto:lyuda190883@rambler.ru)



УДК 631.52: 633.16

*Т.Г. Голова, Л.А. Ершова*

## СЕЛЕКЦИЯ ЯЧМЕНЯ В КАМЕННОЙ СТЕПИ

**Аннотация.** Работа по селекции ярового ячменя на Каменно-Степной селекционной опытной станции началась в 1932 году, были изучены образцы мировой коллекции и местные ячмени. На более высокий уровень селекция ячменя поднялась с 1957 года, с успехом внедрялась селекционная технология, наращивались объемы прорабатываемого материала. В результате были созданы и районированы для условий Воронежской области сорта ярового ячменя пивоваренного направления Докучаевский 1 (а. с. № 2416) и Олимпиец (а. с. № 3888) с потенциалом урожайности 5,5 т/га, в западносибирском регионе районирован сорт кормового использования Таловский 34 (а. с. № 4948) с потенциалом 6,0 т/га. В настоящее время рекомендован к возделыванию сорт ячменя Таловский 9 с максимумом урожайности в 7,1 т/га; получен патент на сорт Докучаевский 10, в Государственном испытании находятся два новых сорта Хопер и Янтарь. Однозначно показан повышенный потенциал урожайности новых сортов селекции НИИСХ ЦЧП с усилением стабильности продуктивности по годам. Линии тренда урожайности сортов разных лет селекции, рассчитанные в динамике, показывают однозначный рост от сортов ранней селекции к новым сортам, находящимся на ГСИ, как в благоприятные, так и экстремальные по метеорологическим условиям годы. Фуражные сорта последнего поколения Таловский 9 и Хопер сочетают в генотипе высокую урожайность с повышенными характеристиками адаптивности и качества зерна.

**Ключевые слова:** селекция, ячмень, сорт, урожайность, качество зерна.

### A BREEDING OF BARLEY IS IN STONY STEPPE

**Abstract.** Work on the selection of a spring barley at the Stony-steppe plant-breeding experimental station began in 1932, the standards of world collection and local barleys were studied. On a higher level the selection of barley rose from 1957, with success inculcated plant-breeding technology, the volumes of the worked over material were grown. As a result were created and districted for the terms of the Voronezh area of sort of a spring barley of brewing direction of Dokuchaevskiy 1 (and. p. № 2416) and Olimpiets (and. p. № 3888) with potential of the productivity of 5,5 t/ha, in the West-siberian region the sort of the feed use of Talovskiy 34 (and. p. № 4948) is districted with potential of 6,0 t/ha. The sort of barley of Talovskiy 9 is presently recommended to till with a maximum of the productivity in 7,1 t/ha; a patent is got on the sort of Dokuchaevskiy 10, in the State test there are two new varieties Hoper and Yantar. Enhanceable potential of the productivity of new varieties of selection of NIISH TsChP is simply shown with strengthening of stability of the productivity on years. The lines of trend of the productivity, expected in a dynamics on the sorts of different years of breeding, show an unambiguous height from the sorts of early selection to the new varieties being on State probation, both in favourable and extreme on meteorological terms years. The feed-stuff sorts of the last generation of Talovskiy 9 and Hoper combine in a genotype the high productivity with enhanceable descriptions of adaptivity and quality of grain.

**Keywords:** breeding, barley, sort, productivity, quality of grain

**Введение.** Изучение ячменей в России тесно связано с именем величайшего исследователя, всемирно известного ученого, профессора Р.Э. Регеля. В отделе по Прикладной Ботанике и Селекции была собрана коллекция сортов возделываемых растений из разных губерний Европейской и Азиатской России, других стран. Регелем Р.Э. написаны две прекрасные монографии, посвященные гладкоостым ячменям и протеину в зерне русского ячменя, уделялось много внимания установлению принципов селекции растений, был издан целый ряд основных руководств по ботанике и селекции.

По данным на 1909-1913 гг. в книге Р.Э. Регеля «Хлеба в России» указано, что ячмень по занимаемой площади стоял на четвертом месте – 11,3 млн десятин (10,4

млн га), общее производство его зерна составляло 1/3 часть мирового [1]. По вывозу за границу ячмень конкурировал с пшеницей, далеко опередив вывоз овса и ржи, из России вывозилось в среднем 208 млн. пудов, что составляло почти 3/4 всего мирового экспорта.

Средний урожай зерна ячменя составлял в России за 1909-1914 гг. 57 пудов с десятины (8,4 ц/га), в Западной Европе он был вдвое выше, около 100-140 пудов (14,7 - 20,6 ц/га). Регель Р.Э. писал: «В виду преобладания у нас, по условиям зимы, на основной территории России весеннего посева ячменя и непригодности по распределению осадков более урожайных позднеспелых рас, высокие западноевропейские урожаи представляются для нас недости-

жимыми, но по мере интенсификации хозяйства 70-80 пудовая норма урожаев возможна в будущем и у нас». В степной части ячмени часто поражались шведской мухой, сильнее всего при запаздывании в развитии, вызванном весенними заморозками и при поздних посевах.

Местные сорта ячменя, издавна возделываемые в России, являлись смесью большого числа «самостоятельных константных рас», принадлежащих нередко к нескольким разновидностям. Особым богатством форм отличались местные сорта южного Закавказья на границе с Персией, находящиеся в пределах родины дикого родоначальника двурядных ячменей. Большинство западноевропейских сортов тоже представляли собой смесь, но часто состоящую только из одной разновидности, вследствие произведенного массового отбора. Однако, уже в начале 20 в. были «разведены чистые поколения» свалефских сортов (Швеция) и сортов, зарегистрированных в «Hochzuchtregister» (Берлин).

Особое внимание обращалось Р.Э. Регелем на сбор и систематизацию аборигенного материала, ценность которого обусловлена приспособленностью к местным условиям, исключительной засухоустойчивостью, иногда выносливостью к болезням и вредителям. Необходимо отметить, что в отдельных районах с наиболее суровыми природными условиями еще долго сохранялись аборигенные популяции, не подвергавшиеся селекционной проработке, они выдерживали конкуренцию с новейшими сортами отечественной и зарубежной селекции: это высокогорные ячмени Памира и Дагестана, засухоустойчивые богарные ячмени Средней Азии и Закавказья [2].

В последние десятилетия селекционные учреждения страны ориентированы на создание высокопродуктивных сортов для условий интенсивного земледелия. Также возрастает количество сортов иностранной селекции, районированных в зонах неустойчивого или недостаточного увлажнения. Высокая интенсификация сортов ведет к росту потенциала урожайности и снижению адаптивности. S. Ceccarelli показал, что создание универсальных сортов для

различных уровней энерговклада в технологию – нерешаемая задача [3]. Фактически создание сорта предполагает не только получение и отбор новых генотипов, но и определение экологической ниши, где этот генотип обеспечит высокую продуктивность, экологическую стабильность и качество продукции, что можно принять как основные цели селекции растений. Линчевским А.А., на основе анализа опыта отечественной селекции ячменя, был сделан вывод, что лучшие результаты в селекции на адаптивность получены в результате широкого использования исходного материала местного происхождения [4].

**Основная часть.** Работа по селекции ярового ячменя на Каменно-Степной селекционной опытной станции началась в 1932 году, были изучены образцы мировой коллекции и местные ячмени, наиболее урожайными оказались линии из Россосанского, Острогужского округов Воронежской области и Закавказья в количестве 95 образцов, которые не были сохранены. С 1946 года началось широкое привлечение инорайонного исходного материала для селекции ячменя в Каменной Степи. На более высокий уровень селекция ячменя поднялась с 1957 года, когда исследования продолжил кандидат сельскохозяйственных наук Г.Ф. Никитенко, с 1965 по 2000 годы научные исследования по селекции ячменя возглавила научный сотрудник, позднее доктор сельскохозяйственных наук, В.А. Горшкова.

С созданием Центрально-Черноземного селекцентра в 1972 году был организован отдел селекции ярового ячменя. Начался современный этап селекционной работы на более высоком научно-методическом уровне. Кандидаты сельскохозяйственных наук В.А. Горшкова, М.А. Полухин с успехом внедряли селекционную технологию, наращивали объемы прорабатываемого материала. В селекционной работе широко использовались новые методы и технологии: индуцированный мутагенез, апомиктная селекция, фитотронно-тепличный комплекс.

В дальнейшем углубленные научно-теоретические исследования по селекции

ячменя продолжили кандидаты сельскохозяйственных наук: В.Т. Городов, Т.Г. Голова, Л.А. Ершова. В исследованиях В.Т. Городова установлено, что для высокопродуктивных и экологически пластичных сортов ярового ячменя, приспособленных для условий ЦЧП, характеризующихся часто повторяющимися засухами, необходимо использовать в качестве исходного материала сортообразцы с тесной корреляцией признаков продуктивной кустистости, продуктивности и озерненности колоса с продуктивностью растения при их высоком абсолютном значении. При оценке исходного материала рекомендовано использовать топкроссные скрещивания, изучение селекционного материала начинать с экологического испытания гибридов ранних поколений в зоне предполагаемого районирования сортов. В исследованиях Т.Г. Головой были выявлены источники и доноры устойчивости к полеганию, определена генетическая система контроля признаков продуктивности и устойчивости к полеганию во втором гибридном поколении, показана эффективность отборов по хозяйственно-ценным показателям в ранних или поздних поколениях. Разработаны и апробированы два способа селекции: отбора устойчивых к полеганию форм ярового ячменя (а. с. № 1470248) и отбора продуктивных форм ячменя (а. с. № 1762812). В научных исследованиях Л.А. Ершовой определена селекционно-генетическая ценность мутантов и источников устойчивости ярового ячменя к головневым болезням, усовершенствован метод инфицирования для повышения эффективности фона каменной головни в условиях недостаточного увлажнения, создан исходный материал с групповой устойчивостью. По результатам исследований разработан способ определения устойчивости ярового ячменя к поражению темно-бурой пятнистостью (а. с. № 1762801).

В результате селекционной работы были созданы и районированы для условий Воронежской области сорта ярового ячменя пивоваренного направления: Докучаевский 1 (а. с. № 2416) и Олимпиец (а. с. № 3888), потенциальная урожайность которых составила 5,5 т/га. В Западно-Сибирском регионе с 1984 года был районирован

сорт кормового использования Таловский 34 (а. с. № 4948) с потенциалом урожайности 6,0 т/га. В настоящее время рекомендован к возделыванию сорт ячменя Таловский 9, максимальная урожайность в северном агроэкологическом районе Воронежской области составила 7,1 т/га, получен патент на сорт Докучаевский 10, в Государственном испытании находятся два новых сорта Хопер и Янтарь.

За период с 2008 по 2016 годы проанализированы данные урожайности и качества зерна, районированных ранее и новых сортов с целью их адекватной оценки по продуктивности и качеству зерна. Образцы испытывались на делянках площадью 25 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности. Методы биохимических анализов по определению содержания белка и крахмала - общепринятые классические: по Кьельдалю и поляриметрический, математическая обработка данных по Доспехову Б.А. [5] и Пакудину В.З. [6].

Метеорологические условия проведения опытов были разнообразными. Коэффициент корреляции температурного режима в изученные периоды вегетации со среднемноголетними значениями был высоким и составил 0,99\*\*\*, по показателю количества осадков он значительно ниже – 0,51\*\*. Количество осадков в весенний период до посева пять лет из девяти (55,6%) было значительно ниже среднемноголетних значений. Более засушливыми относительно среднемноголетних показателей в период от посева до колошения были четыре года, в период от колошения до спелости – один год. В целом засушливый период за годы изучения смещен на первый период вегетации ячменя, до колошения. Наиболее засушливо сложился 2010 год, когда в течение всего периода вегетации отмечено наименьшее количество осадков и повышенные температуры. Наиболее влагообеспеченным был 2014 год, в этом году было сформировано наиболее крупное зерно: масса 1000 зерен составила 50,4-55,8 г.

Средняя урожайность изученных сортов по годам (2008-2016 гг.) и ее крайние значения в неблагоприятные (2010, 2012) и оптимальный (2016) по метеоусловиям годы отражены на рисунке 1.

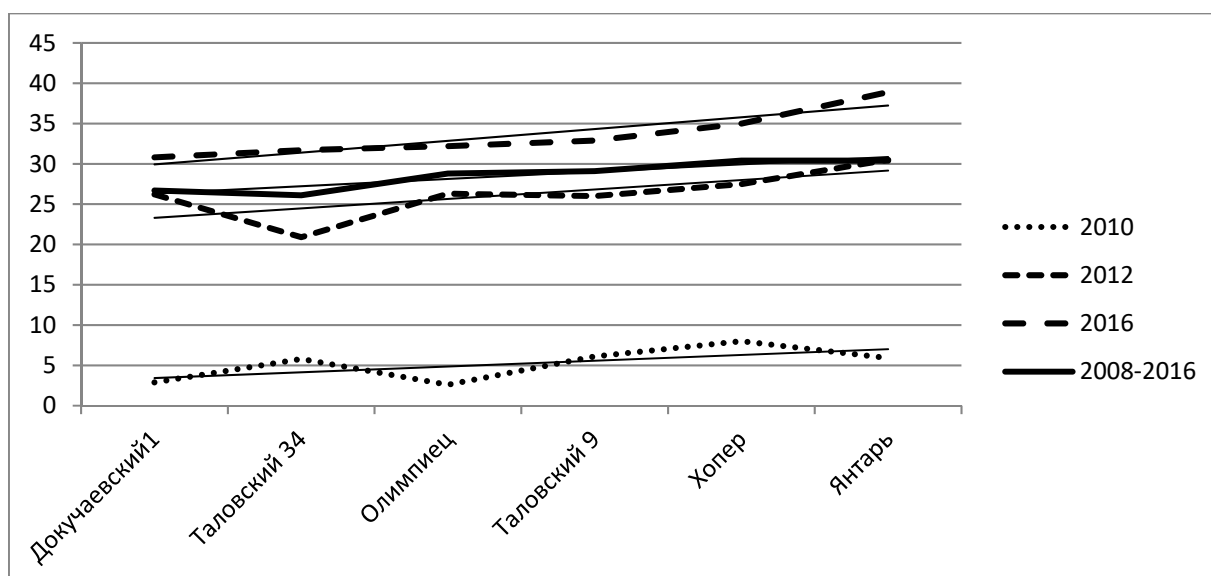


Рис. 1. Урожайность (ц/га) и линии тренда сортов селекции НИИСХ ЦЧП.

Линии тренда урожайности сортов разных лет селекции, рассчитанные в динамике, показывают однозначный рост от сортов ранней селекции к новым сортам, находящимся на ГСИ, как в благоприятные, так и экстремальные по метеоусловиям годы.

В период 2014 – 2016 годы был проведен поздний посев сортов ячменя для оценки адаптивных свойств. Наиболее высокий урожай зерна был сформирован у стандартного засухоустойчивого сорта Нутанс 553: -34,5 ц/га, и сортов нового поколения Таловский 9, Докучаевский 10 и Хопер: 34,1–34,3 ц/га, что указывает на их повышенные адаптивные свойства.

Изменение качественных показателей зерна ячменя у созданных сортов представлено в таблице 1. Наиболее высокая масса 1000 зерен ежегодно формируется у районированного сорта Таловский 9 - 47,8 г. На уровне крупнозерного стандартного сорта Приазовский 9 - у сортов: Таловский 34, Докучаевский 10 и Хопер. Наиболее высокая стабильность показателя по годам отмечена у нового пивоваренного сорта Янтарь, при средних значениях признака. У крупнозерного сорта Таловский 9 проявляются наиболее высокие показатели пластичности в проявлении признака по годам.

Высокие значения стекловидности и, соответственно, содержания белка в среднем за годы изучения формировали сорта: Олимпиец (52,4 % и 13,5 %) и новые фуражные образцы Таловский 9 (56,4 % и 12,8 %), Хопер (51,5 % и 12,8 %). Однако наиболее

стабильно по годам показатели формируются у фуражных сортов, а сорта пивоваренного направления Докучаевский 1 и Олимпиец значительно реагирует на изменения условий выращивания, проявляя по содержанию белка в зерне очень низкую стабильность. Лучшие показатели содержания крахмала в среднем по годам формируют все пивоваренные сорта селекции НИИСХ ЦЧП, превышая показатели стандартного сорта Приазовский 9. Причем ранее созданные сорта Докучаевский 1, Олимпиец и Докучаевский 10 максимально стабильны в проявлении признака. У нового сорта Янтарь показатели качества зерна менее стабильно формируются по годам, что можно объяснить малым сроком саморегуляции генома в связи с тем, что сорт недавно создан и передан на испытание.

**Заключение.** Таким образом, однозначно показан повышенный потенциал продуктивности новых сортов селекции НИИСХ ЦЧП с заметным усилением стабильности показателя по годам. Лучшие фуражные сорта последнего поколения Таловский 9 и Хопер сочетают в генотипе высокую урожайность с повышенными характеристиками адаптивности и качества зерна. В новом сорте пивоваренного направления Янтарь удалось значительно снизить содержание белка и стекловидных зерен не только по сравнению с ранними сортами, но и со стандартом Приазовский 9, достоверно превысив его по урожаю зерна.

**Таблица 1. Показатели качества зерна у сортов ячменя селекции НИИСХ ЦЧП  
Каменная Степь, 2008-2016 гг.**

Название сорта	масса 1000 зерен		стекловидность		содержание белка		содержание крахмала	
	среднее, г	b <sub>i</sub> Hom	среднее, %	b <sub>i</sub> Hom	среднее, %	b <sub>i</sub> Hom	среднее, %	b <sub>i</sub> Hom
Докучаевский 1*	45,2	1,1 37,0	47,1	1,0 4,7	12,9	2,9 6,3	54,6	0,2 54,0
Таловский 34	46,2	1,1 38,4	42,8	0,8 5,9	12,7	0,1 17,1	54,2	0,5 47,1
Олимпиец*	44,2	0,9 54,7	52,4	0,9 7,6	13,5	2,6 8,8	54,8	0,1 22,9
Таловский 9	47,8	1,2 34,7	56,4	1,1 6,0	12,8	0,9 24,5	54,1	0,3 23,4
Докучаевский 10*	46,3	1,1 41,3	47,7	1,0 5,5	12,4	0,8 62,6	54,8	0,1 21,0
Хопер	46,0	1,1 36,2	51,5	1,0 5,9	12,8	0,6 14,8	54,1	3,9 1,2
Янтарь	45,5	0,6 76,8	40,0	1,2 2,4	12,0	0,6 20,4	54,8	2,4 2,6
Приазовский 9*	45,9	1,1 44,3	45,1	0,9 4,9	12,2	0,5 21,7	54,2	2,1 3,4
Нуганс 553	44,0	0,8 52,0	44,8	1,0 3,7	12,5	0,3 35,5	54,1	0,3 15,2
НСР05	0,9	0,2 10,5	3,9	0,1 1,2	0,33	0,8 13,1	0,3	1,0 14,5

Примечание: \* - пивоваренные сорта;

b<sub>i</sub> – показатель пластичности, H<sub>om</sub> – показатель гомеостатичности

Несомненно, реализация главного направления – повышения урожайности в созданных сортах очевидна. Урожайность сортов селекции ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева» составляет 30-40 ц/га, что более чем в четыре раза выше урожая ячменя начала прошлого века, ожидания Р.Э. Регеля более чем оправданы. В засушливых, резко континентальных условиях

юго-востока Черноземья наши сорта отличаются стабильной урожайностью и высокой приспособленностью к местным агроэкологическим условиям. Однако стремление объединения в одном генотипе ценных показателей, перечень которых по мере углубления исследований дополняется, будет сопутствовать селекционеру всегда. «Нет предела совершенству», но к нему необходимо стремиться.

#### Библиография

1. Регель Р.Э. Хлеба России (под редакцией Н.И. Вавилова). Петроград, 1922.- 45 с.
2. Трофимовская А.Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Ленинград, 1972.- 296с.
3. Ceccarely S. Specific adaptation and breeding for marginal conditions// Euphytica.- 1994.-V. 77.- N. 3.- P. 205-219.
4. Линчевский А.А. Совершенствование сортов ячменя в процессе селекции// Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая. Одесса, 1990.- С. 5 – 18.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, 1985. - 351 с.
6. Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов/ Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск, 1976.- с. 178-190.

#### References

1. Regel R.E. Hleba Rossii (pod redaksiyey N.I. Vavilova).[ Breads of Russia(edited N.I. Vavilova)]. Petrograd, 1922.- 45 p.
2. Trofimovskaya A.Ya. Yachmen (evolyutsiya, klassifikatsiya, selektsiya). [Barley(evolution, classification, selection)]. Leningrad, 1972.- 296с.
3. Ceccarely S. Specific adaptation and breeding for marginal conditions// Euphytica.- 1994.-V. 77.- N. 3.- P. 205-219.
4. Linchevskiy A.A. Sovershenstvovanie sortov yachmenya v protsesse selektsii. [Perfection of sorts of barley in the process of selection]// Seleksiya yachmenya na povyishenie adaptivnosti s tselyu uvelicheniya i stabilizatsii urozhaya.

[Selection of barley on the increase of adaptivity with the purpose of increase and stabilizing of harvest]. Odessa, 1990. - С. 5 - 18.

5. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyita. [Methodology of the field experience], 1985. - 351 s.

6. Pakudin V.Z. Parametry otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov i gibridov [Parameters of estimation of ecological plasticity of sorts and hybrids] / Teoriya otbora v populyatsiyah rasteniy. Novosibirsk, 1976.- s. 178-190.

#### Сведения об авторах

Голова Татьяна Геннадьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева». Адрес: 397463, Воронежская обл., Таловский р-н, п. 2 участка Института им. Докучаева, квартал 5, дом 81, тел. 8-951-545-9559

Ершова Лидия Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева». Адрес: 397463, Воронежская обл., Таловский р-н, п. 2 участка Института им. Докучаева, квартал 5, дом 81, тел. 8-951-850-2891, E-mail: [niishlc@mail.ru](mailto:niishlc@mail.ru)

#### Information about authors

Golova Tatyana Gennadevna, a candidate of agricultural sciences, a leading scientific researcher of the laboratory of the selection of barley; V.V. Dokuchaev Scientific Research Institute of Agriculture of the Central-Chernozem Stripe, The Stony Steppe, Russia/ Scientific Research Institute of Agriculture of the Central-Chernozem named after V.V. Dokuchaeva; Address: 397463, Voronezh region, Talovskiy r-n, p.2 areas of Institute the name of Dokuchaeva, quarter 5, house 81, tel. 8-951-545-9559

Ershova Lidiya Aleksandrovna, a candidate of agricultural sciences, a leading scientific researcher of the laboratory of the selection of barley; V.V. Dokuchaev Scientific Research Institute of Agriculture of the Central-Chernozem Stripe, Address: 397463, Voronezh region, Talovskiy r-n, p.2 areas of Institute the name of Dokuchaeva, quarter 5, house 81, tel. 8-951-850-2891, E-mail: [niishlc@mail.ru](mailto:niishlc@mail.ru)

УДК 004:631.58

*С.А. Линков, А.В. Акинчин, А.А. Мелентьев, Н.С. Чупрынина, А.Е. Кузнецова*

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Аннотация.** Бурно развивающиеся ГИС-технологии позволяют значительно ускорить и повысить эффективность исследований на всех уровнях территориальной организации сельского хозяйства. Они, например, обеспечивают такие возможности, как построение сельскохозяйственных математико-картографических моделей и карт, составление классификаций и типологий по различным критериям, проведение прикладного районирования. Для построения любой ГИС можно выделить следующие этапы получения и обработки данных: сбор первичных данных, ввод и хранение данных, анализ данных, анализ сценариев и принятие решений. Сбор первичных данных заключается в подборе из имеющейся информации по территории, необходимой для решения тех задач, которые должна решать ГИС. Исходя из структуры и функционирования проектируемого хозяйственного объекта и общих физико-географических и социально-экономических характеристик территории, выделяются основные факторы их взаимного влияния. На основе выделения этих общих факторов проводится подбор необходимой информации для создания ГИС. На этом этапе оценивается полнота имеющейся информации, её актуальность, возможность применения в рамках ГИС. Ввод и хранение данных в целом сводится к преобразованию бумажных картографических носителей в цифровой формат (векторизация), преобразование аэро- и космических снимков на бумажных носителях в цифровой формат (сканирование), структуризацией и приведением к единому стандарту данных полевых обследований и литературной, фондовой и архивной информации в единую базу данных с пространственной привязкой. Вся пространственная информация приводится к единой картографической проекции. Анализ данных включает поиск и выборку данных, статистический анализ, моделирование, автоматизированное создание карт, экспертное оценивание. Для эффективного ведения сельскохозяйственного производства необходимо вести электронный учет всех проводимых операций на полях, данных планирования и мониторинга. С этими задачами успешно справляется программа «ЦПС Агроуправление». Дальнейшая отработка технологических операций по дифференцированному внесению удобрений и защите посевов от вредителей, выполняемых с помощью БПЛА, позволит с высокой точностью защитить посевы и своевременно внести коррективы в планирование работ.

**Ключевые слова:** ГИС-технологии, беспилотные летательные аппараты, точное земледелие, ЦПС «Агроуправление», космический мониторинг.

### THE APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

**Abstract.** The rapidly developing GIS technology can significantly expedite and increase the efficiency at all levels of the territorial organization of agriculture. For example, they provide opportunities, such as the construction of agricultural mathematic-cartographical models and maps, drawing up classifications and typologies, according to different criteria, applied zoning. To build any GIS, it is possible to allocate following stages of obtaining and processing data: the primary data collection, input and storage of data, data analysis, scenario analysis and decision making. The primary data collection lies in the selection of the information available on the territory necessary for the solution of those tasks that should be solved by GIS. Based on the structure and functioning of the designed business object, and General physical-geographical and socio-economic characteristics of the territory, highlights the main factors of their mutual influence. Based on the allocation of these common factors is the selection of the necessary information to create the GIS. At this stage it is estimated the completeness of available information, its relevance, the possibility of using the GIS system. The input and storage of data in General is to convert a paper map into digital media format (vectorization), the transformation of aero - and space images on paper into digital format (scanning), structuring and conversion to a common data standard field surveys and the literature, stock and archive information in a single database with a spatial reference. All the spatial information is reduced to a uniform map projection. Data analysis includes searching and retrieval, statistical analysis, modelling, automated creation of maps, expert evaluation. For effective agricultural production must keep electronic records of all transactions in the fields of data planning and monitoring. With these tasks copes program "CPS Agroupravlenie". Further technological operations according to the differentiated application of fertilizers and crop protection from pests performed using a UAV will allow with high accuracy to protect the crops and to make timely adjustments to work scheduling.

**Keywords:** GIS technology, unmanned aerial vehicles, precision farming, "CPS Agroupravlenie", space monitoring.

Для управления сельскохозяйственным предприятием, производящим продукцию растениеводства, необходима объективная информация о размерах и состоянии

сельхозугодий. 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. В результате продолжительного застоя в данной отрасли сложилась ситуация, при которой сельхозпроизводители не имеют в своем распоряжении качественных картографических материалов, а уровень информационной подготовки специалистов соответствует уровню 80-х годов прошлого столетия. Имеющиеся в хозяйствах картографические материалы обычно неполны, в значительной степени устарели и не отвечают современным требованиям, предъявляемым интенсивными агротехнологиями к картографической основе.

Имеющиеся в сельскохозяйственных предприятиях картографические материалы можно условно разделить на три

группы: землеустроительные, почвенные, агрохимические. Землеустроительные материалы представлены либо планами внутрихозяйственного землеустройства советского периода либо современными кадастровыми планами. Почвенные материалы представлены почвенными картами, составленными, чаще всего, 20-30 лет назад и картами агропроизводственных группировок почв. Агрохимические материалы представлены агрохимическими картограммами (содержания гумуса, подвижного фосфора, подвижного калия, рН) различной давности.

Отсутствие достоверной информации о состоянии полей не позволяет оперативно принимать выверенные решения о выращивании той или иной культуры и выборе технологии ее возделывания.

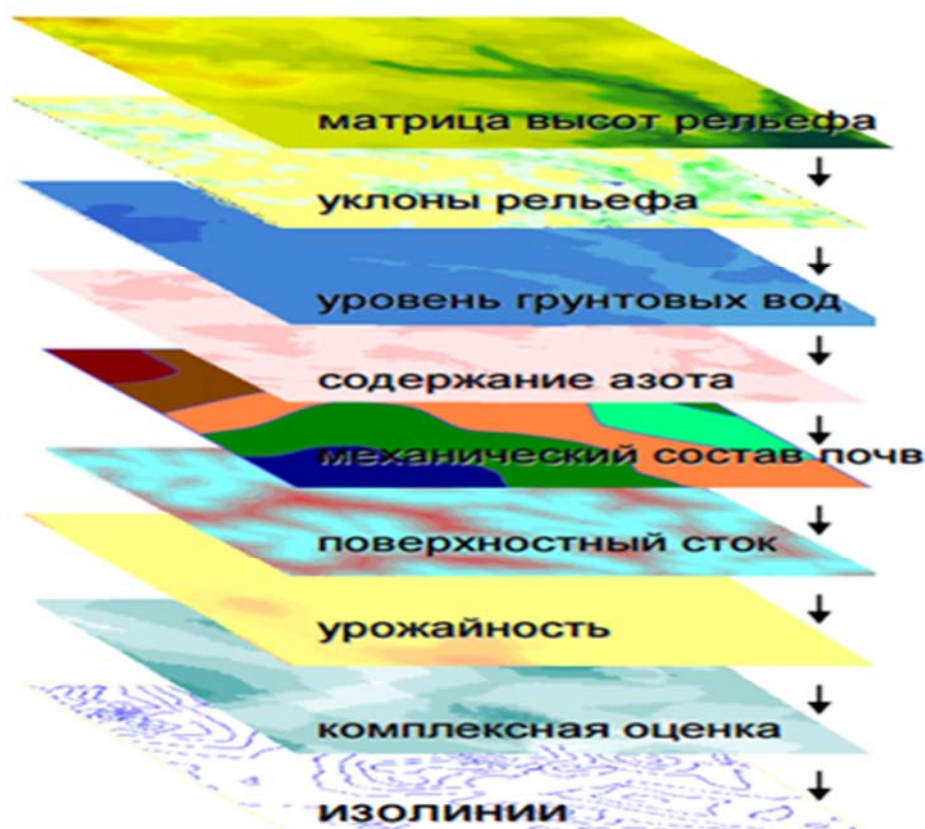


Рис. 1. Тематические слои электронной карты

С июня 2017 года Белгородский ГАУ совместно с компанией «ЦентрПрограммСистем» ведут работы по созданию сквозной технологии создания и использования агрономической ГИС. В процессе работы отлаживаются процессы наполнения

системы картографическими материалами, формируется база данных, содержащая сведения о почвах, фитосанитарном состоянии посевов, агротехнологиях. Вырабатываются предложения по использованию ГИС в сельскохозяйственных предприятиях, а



также для обучения студентов и специалистов работе с данным программным комплексом.

В полном варианте агрономическая ГИС должна включать многослойную электронную карту хозяйства (рис. 1) и атрибутивную базу данных по истории полей, с учетом всех выполненных агротехнических мероприятий. Количество тематических слоев электронной карты зависит от сложности ландшафтно-экологических условий и уровня интенсификации агротехнологий (определяется по урожайности и количеству затрат на гектар).

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления аграрным производством является разработка информационных систем управления на базе геоинформационных технологий. Системы подобного рода были разработаны с использованием геоаналити-

ческой системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения ЦПС «Агро-Управление».

Остановимся на основных этапах разработки информационной системы управления сельскохозяйственным производством.

На первом этапе создавалась картографическая основа информационной системы управления. В качестве исходных материалов использовались различные данные: топографические карты масштаба 1:10000 в совокупности с данными геодезической съемки с помощью спутникового оборудования и результатами детальной аэрофотосъемки. Исходные изображения в расширении RAW, которые получены в результате облета территории беспилотным летательным аппаратом, обрабатывались в фотограмметрических программных комплексах. Принципом сборки является поиск одних и тех же участков местности на разных кадрах.

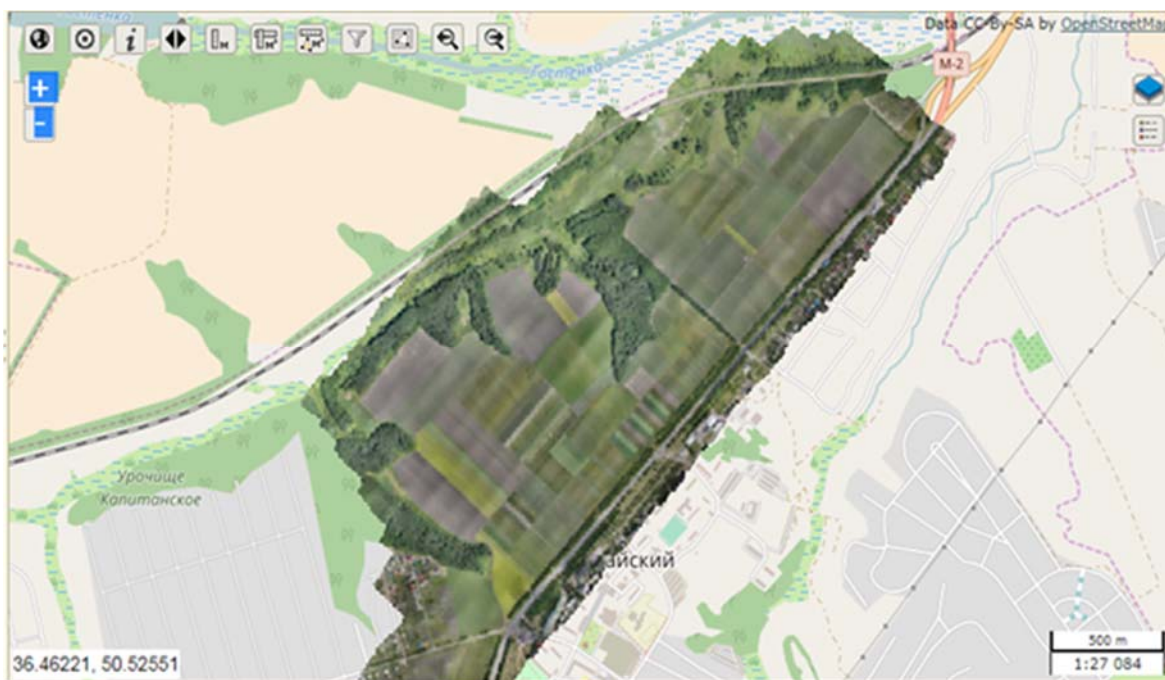


Рис. 2.. Ортофотоплан территории землепользования УНИЦ «Агротехнопарк»

Маршрут беспилотного летательного аппарата закладывался таким образом, чтобы перекрытие снимков составляло 60% по вертикали и 80% по горизонтали. Другими словами один и тот же участок земли фиксируется сразу на нескольких снимках и в дальнейшем по совпадающим призна-

кам склеивается в единый файл. Это необходимо для того чтобы исключить эффект параллакса.

Итогом работы на этом этапе работы стало создание ортофотоплана территории землепользования УНИЦ «Агротехнопарк» (рис. 2).

На этом этапе путем векторизации ортофотопланов и растровых топографических карт, а также обработки результатов

геодезических измерений была сформирована цифровая модель рельефа (рис. 3 и 4).

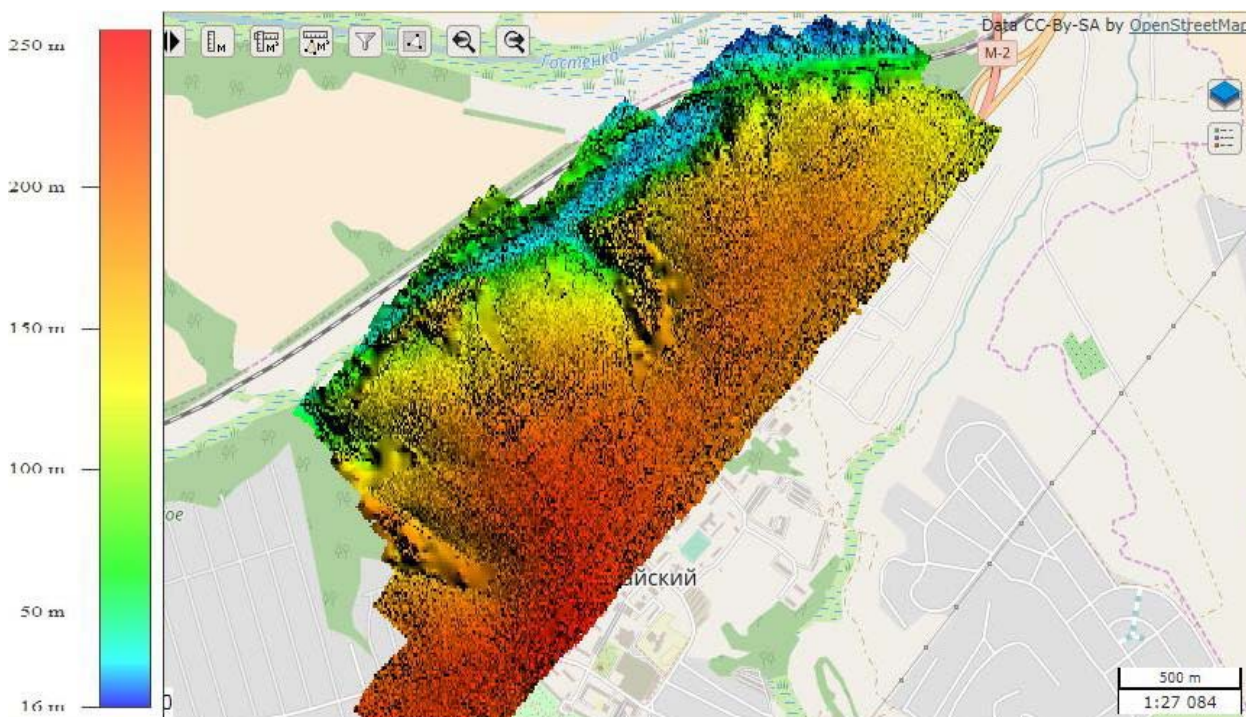


Рис. 3. Цифровая модель рельефа территории УНИЦ «Агротехнопарк»

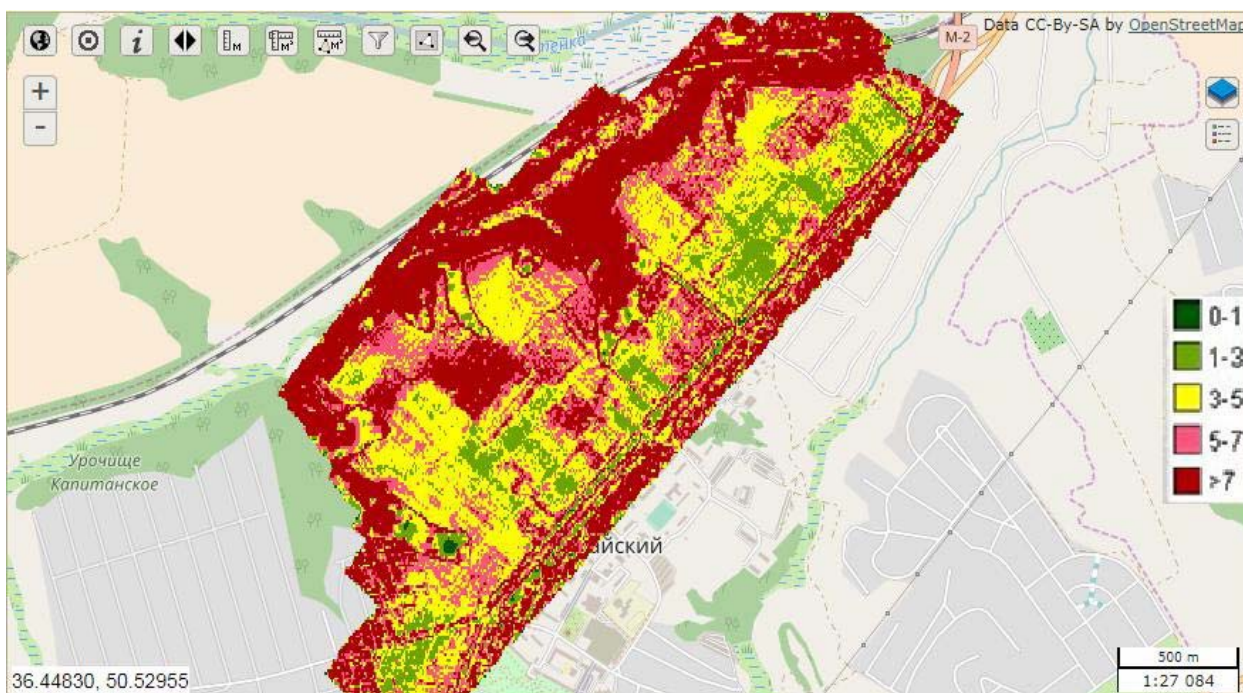


Рис. 4. Цифровая карта уклона местности (в градусах)

Второй этап включал полевое обследование территорий с целью уточнения данных об использовании и функциональном назначении объектов, отображенных на цифровой карте, для формирования семантической информации, а также агрохимическое обследование с отбором образцов

почв и пространственной привязкой мест отбора с помощью спутниковых навигационных приемников (рис. 5).

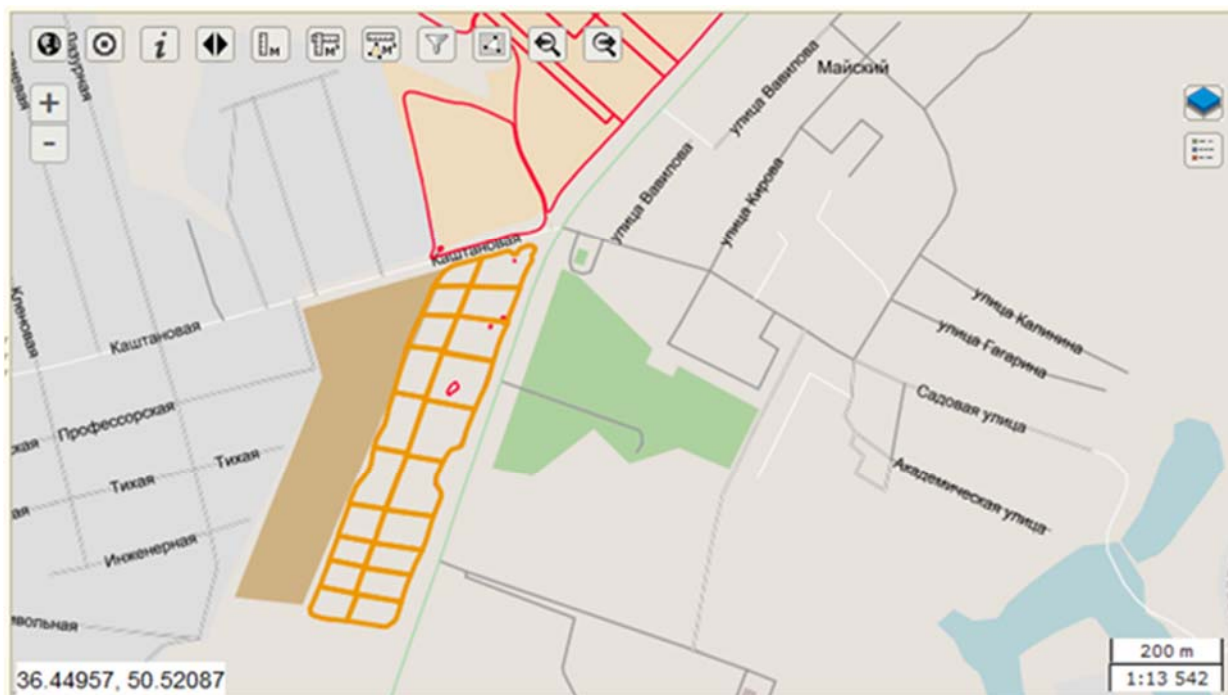


Рис. 5. Схема отбора почвенных образцов

На третьем этапе разрабатывались пользовательские базы данных с привязкой их к конкретным объектам цифровой карты.

Пользовательские базы данных включали: книгу истории полей, агрохимическую характеристику почв, сведения о возделываемых культурах. Выполнялась обработка данных агрохимических обследований с их последующей интерполяцией на всю территорию хозяйства и интеграцией в систему управления.

Четвертый этап состоял в отладке системы и внедрении в производственный процесс оперативного учета объемов выполненных работ и затрат ГСМ.

На завершающем этапе было проведено обучение специалистов, преподавателей и студентов работе и техническому сопровождению функционирования информационной системы управления сельскохозяйственными предприятиями.

Внедрение информационной системы управления аграрным производством позволит специалистам и руководителям сельскохозяйственных предприятий:

- получать полную и достоверную информацию о структуре угодий и севооборотов (их площадь, целевое использование, качественное состояние);

- получать информацию о местоположении любого объекта хозяйства и расстояниях между ними с погрешностью не более 2,0 м, например, определять длину гона;
- выбрать оптимальный маршрут транспортных перевозок между полями и пунктами сдачи сельскохозяйственной продукции по цифровой карте;
- определять объем и площадь выполненных работ при сдельной оплате труда, используя спутниковые навигационные приемники и цифровую карту;
- контролировать затраты топлива при проведении полевых работ;
- оперативно учитывать расходование пестицидов и удобрений;
- осуществлять постоянный контроль над объемом расходования семян при посеве;
- изменять функциональное назначение и использование участков пашни с учетом степени эрозионной опасности;
- корректировать структуры севооборотов по данным о рельефе и уклонах на любом участке пашни;
- оптимизировать направления механизированной обработки почвы;
- вести электронные книги истории полей севооборотов в цифровом формате;

- проводить корректировку агрономических операций полей и отдельных участков пашни за счет наличия интегрированных в цифровую карту данных агрохимических и почвенных обследований.

Кроме этого ГИС технологии играют определяющую роль в системе точного земледелия.

Важным компонентом функционирования системы «Агроуправление» является отбор почвенных проб и расчет доз удобрений для дифференцированного внесения, а также отработка методик внесения средств защиты растений с помощью беспилотных летательных аппаратов.

Исторически сложилось так, что методы отбора почвенных проб для анализа содержания питательных элементов в почве возделываемого поля были направлены на получение средних значений показателей для всего поля. Считалось, что они с достаточной степенью точности характеризуют содержание питательных элементов в почве и могут быть использованы для определения доз внесения удобрений для всего поля. Такой подход был оправдан при малом содержании питательных элементов в почве и дешевых удобрениях. Удорожание минеральных удобрений и увеличение абсолютных показателей содержания элементов питания в пахотном слое послужило причиной к пересмотру существующей практики отбора проб. Кроме этого, за последние годы существенно возросло негативное влияние средств химизации на окружающую среду. Эти тенденции и разработка новой техники для дифференцированного внесения удобрений, мелиорантов и средств защиты растений послужили причиной совершенствования существующих методов отбора проб и разработки новых.

В прошлом товаропроизводители, оценив состояние всего поля посредством усреднения нескольких почвенных образцов, случайным образом отобранных со всего поля, вносили удобрения с одной дозой для всего поля. С появлением технологии дифференцированного внесения удобрений, позволяющей менять дозу внесения в процессе движения агрегата по полю, удобрения вносят на те участки поля, где они необходимы. Изменения в технологии

внесения удобрений обусловили изменения и в методах отбора почвенных проб. Вместо нахождения средних показателей для всего поля, теперь изучают изменчивость этих показателей в пределах одного поля.

Программа применения удобрений при выращивании с.-х. культур с учетом плодородия отдельных участков поля начинается с оценки содержания питательных элементов в почве. Рекомендации по применению удобрений основываются на ожидаемой отзывчивости растений на элементы питания, находящиеся в почве и вносимые дополнительно с удобрениями. Чем на меньшие участки будет разбито поле, тем более точной будет информация о наличии элементов питания в его почве.

В Белгородском ГАУ нами были отобраны почвенные образцы для определения агрохимических показателей на поле с площадью 10 га, для чего использовался сеточный метод. При этом смешанные пробы отбирали по клеткам площадью 0,5 га (рис. 5).

Полученные данные по агрохимической характеристике показали различия в обеспеченности основными элементами питания на участке №12, где была зафиксирована высокая обеспеченность фосфором и на участке № 20 на котором обеспеченность всеми элементами питания была низкой.

По результатам обследования был проведен расчет дозы внесения удобрений под подсолнечник на планируемую урожайность 3 т/га и рассчитаны затраты на их внесение.

При традиционном способе отбора почвенных образцов на всю площадь изучаемого поля необходимо внести  $N_{60}P_{70}K_{70}$  затраты на внесение составили 88 300 рублей. При отборе сеточным методом на участке № 12 в основное внесение не требуется внесение удобрений. Затраты на внесение удобрений дифференцированным способом составили 86 704 тысячи рублей.

Таким образом, используя более современные методики отбора почвенных образцов и внесения удобрений можно добиться значительной экономии средств на данном агротехническом приеме. В нашем случае экономия составила 1596 рублей с

поля площадью 10 га. С увеличением площади возрастает пестрота почвенного покрова по плодородию и дифференцированное внесение удобрений будет способствовать росту экономических показателей и выравниванию почв по плодородию.

Нами, совместно с компанией ЦПС проводилась отработка методики внесения химических и биологических препаратов для борьбы с вредными объектами с помощью БПЛА (рис.).

Использование БПЛА для опрыскивания имеет как свои преимущества, так и недостатки. Из преимуществ можно выделить стабильное удержание высоты опрыскивания независимо от сложности рельефа или состояния почвы (что может сильно мешать обычным опрыскивателям), хорошее покрытие даже нижней стороны листьев за счет их обдува лопастями, возможность существенно снижать использование рабочего раствора (за счет более концентрированного раствора ХСЗР), возможность работать в любое время суток. Из недостатков – самые явные - малая грузоподъемность и емкость аккумулятора, что сильно и негативно сказывается на гектарной производительности; также для ремонта и обслуживания потребуется дополнительное обучение работников.

Таким образом, на данный момент, основное направление использования

БПЛА для опрыскивания - малые площади, особенно с очень сложным рельефом - это могут поля с овощными, плодово-ягодными, декоративными культурами, опытные участки. Для больших площадей может подойти вариант использования БПЛА для листовых подкормок. Очень интересным, в том числе для относительно крупных полей, может быть дифференцированное внесение ХСЗР, в данном случае - опрыскивание отдельных участков поля, в частности тех, на которых уже есть вредные объекты или заселение которых очень вероятно. Это также могут быть профилактические краевые обработки. Так же это могут быть островки распространения или вспышки развития отдельных сорняков, болезней, вредителей. Такие места развития могут иметь совсем малые размеры - несколько процентов от общей площади поля, но, являясь рассадниками вредных объектов, будут способствовать дальнейшему их распространению. Выпускать в поле опрыскиватель ради обработки нескольких процентов поля экономически нецелесообразно, а вот БПЛА придутся к месту.

В целом, можно отметить, что применение ГИС технологий в комплексе с передовыми решениями в земледелии позволит вывести сельскохозяйственное производство на новый уровень с существенным повышением экономического эффекта.

#### Библиография:

1. Афанасьев Р.А. Агрехимические проблемы дифференцированного применения удобрений / Р.А. Афанасьев // 3-я научно-практическая конференция "Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства (16-18 июня 2008 г., Минск). - М.: Издательство ВИМ, 2008. – С. 105.
2. Балабанов В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: Учебное пособие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. – 148 с.
3. Кучкарова Д. Ф. Современные системы ведения сельского хозяйства / Д. Ф. Кучкарова, Б. У. Хаитов // Молодой ученый. – 2015. – №12. – С. 222-223.
4. Кондратьев К. Я. Аэрокосмические исследования почв и растительности / К.Я. Кондратьев, В.В. Козодеров, П.П. Федченко. – Л.: Гидрометеоздат, 2014.
5. Личман Г. И. Интеллектуальное земледелие как дальнейшее развитие идей точного земледелия / Г.И. Личман, И.Г. Смирнов // Нивы Зауралья. 2015. – №1 (123). – С. 21-24.
6. Труфляк Е. В. Основные элементы системы точного земледелия / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39 с.
7. 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.
8. Точное земледелие. <http://www.technoserv.ru/ru/solutions/gis/farming/>

#### References:

1. Afanas'ev R.A. Agrohimicheskie problemy differencirovannogo primenenija udobrenij / R.A. Afanas'ev // 3-ja nauchno-prakticheskaja konferencija "Mashinnye tehnologii proizvodstva produkcii v sisteme tochnogo zemledelija i zhivotnovodstva (16-18 ijunja 2008 g., Minsk). - M.: Izdatel'stvo VIM, 2008. – S. 105.

2. Balabanov V.I. Navigacionnye tehnologii v sel'skom hozjajstve. Koordinatnoe zemledelie: Uchebnoe posobie / V.I. Balabanov, S.V. Zhelezova, E.V. Berezovskij, A.I. Belenkov, V.V. Egorov. – M.: Izd-vo RGAU – MSHA imeni K.A. Timirjazeva, 2013. – 148 s.
3. Kuchkarova D. F. Sovremennye sistemy vedenija sel'skogo hozjajstva / D. F. Kuchkarova, B. U. Haitov // Molodoj uchenyj. – 2015. – №12. – S. 222-223.
4. Kondrat'ev K. Ja. Ajerokosmicheskie issledovanija pochv i rastitel'nosti / K.Ja. Kondrat'ev, V.V. Kozoderov, P.P. Fedchenko. – L.: Gidrometeoizdat, 2014.
5. Lichman G. I. Intellektual'noe zemledelie kak dal'nejshee razvitie idej tochnogo zemledelija / G.I. Lichman, I.G. Smirnov // Nivy Zaural'ja. 2015. – №1 (123). – S. 21-24.
6. Truflyak E. V. Osnovnye jelementy sistemy tochnogo zemledelija / E. V. Truflyak. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 39 s.
7. Runov B. A. Osnovy tehnologii tochnogo zemledelija. Zarubezhnyj i otechestvennyj opyt. – 2-e izd., isprav. i dopoln. / B. A. Runov, N. V. Pil'nikova. – SPb.: AFI, 2012. – 120 s.
8. Tochnoe zemledelie. <http://www.technoserv.ru/ru/solutions/gis/farming/>

#### 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](mailto: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.

Мелентьев Антон Александрович, кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, ландшафтной архитектуры и плодоводства, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. E-mail: [melentev\\_07@mail.ru](mailto:melentev_07@mail.ru), телефон 8-951-766-18-99.

Чупрынина Наталья Сергеевна, студентка агрономического факультета.

Кузнецова Анастасия Евгеньевна, студентка 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](mailto: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.

Melent'ev Anton Alexandrovich, candidate of economic Sciences, associate professor of the department of land management, landscape architecture and horticulture, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin. E-mail: [melentev\\_07@mail.ru](mailto:melentev_07@mail.ru), phone: 8-951-766-18-99.

Chuprynina Natalia Sergeevna, the student of agronomy faculty, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin.

Kuznetsova Anastasia Evgenievna, student of the agronomy faculty, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin.

УДК: 633.367(470.32)

*А.А. Муравьев*

## АНАЛИЗ АДАПТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИДОВ ЛЮПИНА В ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

**Аннотация.** В процессе изучения 18 сортов и сортообразцов люпина узколистного и 25 сортов и сортообразцов люпина белого, проведенном в Белгородском аграрном университете имени В.Я. Горина, выявлены высокопродуктивные и урожайные сорта и сортообразцы обоих видов люпина, которые были более урожайными, а следовательно у них отмечалась самая высокая экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания. В результате изучения сортов и сортообразцов люпина узколистного установлено, что уровень их урожайности был в пределах 1,40–1,90 т/га. Лучшим, среди сортов оказался Брянский сидерат который на 14,4 % превысил стандарт. Среди сортообразцов люпина узколистного наибольшую урожайность обеспечил СН 52-05 – 2,13 т/га. В среднем за 3 года наибольшая урожайность среди изучаемых сортов, выше стандарта Дега (3,33 т/га), получена у сортов Алий парус – 3,69 т/га и Деснянский 2 – 3,65 т/га. Среди сортообразцов, превышающих стандарт выделились: СН 11-13 – 4,29 т/га, СН 8-12 – 3,84 т/га, СН 38-02 – 3,82 т/га, СН 39-13 – 3,57 т/га, СН 45-13 – 3,51 т/га и СН 13-13 – 3,36 т/га. Высокие экономические показатели сортов люпина узколистного выше стандартного сорта Витязь обеспечил сорт Брянский сидерат. Себестоимость производства тонны его семян была ниже и составила 6157 руб./т, а прибыль и рентабельность выше 13952 руб./га и 119,3 %, остальные сорта по этим показателям уступали стандарту. Лучшие экономические показатели у узколистного люпина были получены у сортообразца СН 52-05. При его возделывании прибыль составила 16016 руб./га, уровень рентабельности 125,7 %, что на 5264 руб./га и 33,5 % больше стандарта, этот же сортообразец обеспечил наибольший выход обменной энергии с довольно высоким биоэнергетическим коэффициентом 2,3 и коэффициентом адаптивности 1,22. Большой экономической и биоэнергетической эффективностью возделывания у белого люпина отличались сортообразцы СН 8-12, СН 38-02, СН 39-13, СН 45-13, СН 13-13 и особенно сортообразец СН 11-13. Несмотря на большие, чем у узколистного люпина, производственные затраты, за счет более высокой урожайности сорта и сортообразцы люпина белого обеспечили большую выгодность возделывания в экономическом и энергетическом отношении. Сортообразец белого люпина СН 11-13 обеспечил больший выход обменной энергии с урожаем, высокий биоэнергетический коэффициент, и коэффициент адаптивности составил 1,38.

**Ключевые слова:** люпин белый, люпин узколистный, сорта, сортообразцы, урожайность, экономическая эффективность, адаптивность, биоэнергетическая эффективность.

## ANALYSIS OF ADAPTIVITY AND EFFICIENCY OF CULTIVATION OF LUPINE SPECIES IN THE FOREST-STEPPE OF THE CENTRAL BLACK SOIL REGION

**Abstract.** In the process of studying 18 sorts and varieties of blue lupine and 25 sorts and varieties of white lupine, conducted at the Belgorod Agricultural University named after V.Ya. Gorina. Highly productive and yielding sorts and varieties of both types of lupine were identified, which were more productive, and consequently they had the highest economic and bioenergetic efficiency of their cultivation. As a result of studies of sorts and varieties of lupine, the narrow-leaved one found that the level of their yield was 1,40-1,90 tons per hectare, the Brianskiy siderat variety was found to be 14,4% higher than the standard. Among the varieties of narrow-leaved lupine, the highest yield was achieved by СН 52-05 - 2,13 tons per hectare. On average, over 3 years, the highest yield among the varieties studied, higher than the Dega standard (3,33 tons per hectare), was obtained in the varieties Aliy parus 3,69 tons per hectare and Desnyanskiy 2 – 3,65 tons per hectare. Among the sorts exceeding the standard, СН 11-13 – 4,29 tons per hectare, СН 8-12-3,84 tons per hectare, СН 38-02-3,82 tons per hectare, СН 39-13-3,57 tons per hectare, СН 45-13 – 3,51 tons per hectare and СН 13-13 – 3,36 tons per hectare. High economic indicators of varieties of lupine narrow-leaved above the standard variety Vityaz provided a variety of Bryanskiy siderat. The cost of production of a ton of its seeds was lower and amounted to 6157 rubles per ton, while profit and profitability were higher than 13952 rubles / per hectare and 119,3 %, other grades were inferior to the standard by these indicators. The best economic indicators for narrow-leaved lupine were obtained from the variety СН 52-05. When it was cultivated, the profit was 16016 rubles per hectare, the profitability level was 125,7 percent, which is 5264 rubles per hectare and 33,5 percent more than the standard, the same variety yielded the greatest yield of exchange energy with a rather high bioenergetic coefficient of 2,3 and the coefficient of adaptability is 1,22. The major economic and bioenergetic efficiency of cultivation in white lupine was the varieties СН 8-12, СН 38-02, СН 39-13, СН 45-13, СН 13-13 and especially the variety СН 11-13. Despite the greater production costs than those of the narrow-leaved lupine due to higher yields, varieties and white lupine varieties have provided greater economic and energy efficiency of cultivation. The white lupine variety СН 11-13 provided a greater yield of exchange energy with the yield, a high bioenergetic coefficient, and also its adaptivity coefficient was 1,38.

**Keywords:** lupine white, blue lupine, varieties, varieties, yield, economic efficiency, adaptability, bioenergetics efficiency.

**Введение.** По данным ФАО (2000-2014 гг.) в мире отмечено улучшение экологической составляющей при производстве сельскохозяйственной продукции за счет включения в севообороты зерновых бобовых культур. Прежде всего, это связано с использованием ими атмосферного азота воздуха, высокой средообразующей способностью и адаптивностью к различным условиям вегетации. В дальнейшем развитие экологического сельского хозяйства в России возможно только при системном подходе и взаимодополняющих мерах, опирающихся на возделывание большего разнообразия возделываемых культур, которые обеспечат устойчивость агроценозов [2,3].

Однако ассортимент возделывания в России зерновых бобовых культур ограничивается горохом и соей, но в настоящее время становится все более востребованной относительно новая для Центрально-Черноземного региона культура – люпин [1,4,5].

Кормовой люпин является молодой культурой, созданной селекционерами во второй половине прошлого столетия. Первые сладкие формы, содержащие в семенах и зеленой массе лишь следы алкалоидов, были созданы немецким исследователем R. Sengbusch в 1928-1929 гг. В дальнейшем на их аллельной основе во многих странах мира (Швеции, Дании, Польше, Италии, США, ЮАР, Австралии, а так же России и Беларуси) были созданы кормовые сорта желтого, узколистного и белого видов люпина [8].

Все новые сорта возделываемых видов люпина содержат в семенах от 32 до 43% высококачественного белка, поэтому они используются в качестве высокобелковой добавки в рационах всех сельскохозяйственных животных и птицы [5, 6,7].

В настоящее время люпин рассматривается, как источник сбалансированного, легко усвояемого и экологически чистого белка, и как фактор биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережения. Возделывание новых и перспективных сортов и сортообразцов люпина способствует сохранению естественного плодородия почвы, а в оптимальных условиях – и ее расширенному воспроизводству. Эта высокопродуктивная культура является основным звеном

при биологизации технологий в системе экологического земледелия [9,10,11,12].

**Основная часть.** Экспериментальная работа по изучению сортов и сортообразцов видов люпина проводилась в 2015 – 2017 гг. на кафедре растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ в различных условиях вегетационных периодов. Почва опытного участка чернозём типичный с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,54 %, рН солевой вытяжки – 5,4, со средним содержанием основных элементов питания.

Площадь учетной делянки – 1,0 м<sup>2</sup>, размещение делянок систематическое в трёхкратной повторности. Посев проводили при температуре почвы на глубине заделки семян 6 – 7 °С, по маркеру ручной сеялкой с междурядьем 15 см, и глубиной посева – 3- 4 см, с нормой высева семян узколистного люпина 1,3 и семян белого люпина 1,2 млн. шт. всхожих семян на 1 га. Учеты и наблюдения в опыте проводили по общепринятым методикам.

Для дальнейшего повышения урожайности и улучшения качества продукции самым эффективным и малозатратным приемом является – целенаправленный подбор новых сортов видов люпина, которые отличаются значительным адаптивным потенциалом.

Нами проведено изучение 18 сортов и сортообразцов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) и 25 сортов и сортообразцов люпина белого (*Lupinus albus* L.) зернофуражного направления, а также 1 сорт узколистного люпина сидерального направления.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения опытов были не вполне типичными для нашего региона. Так, в 2015 году температура воздуха на 2 °С превысила среднюю многолетнюю норму, осадков выпало на 90,4 мм меньше нормы, в 2016 году средняя температура воздуха превысила норму на 2,5 °С, но осадков выпало на 127,6 мм больше нормы, в 2017 году температура воздуха была меньше на 4,3°С, а осадков выпало на 52 мм больше нормы. В целом такие условия вегетационных периодов, разумеется, соответственно отразились на развитии и урожайности сортов и сортообразцов обоих видов люпина.



В результате сортоизучения выявлены высокопродуктивные сорта и сортообразцы люпина узколистного и белого, которые могут иметь значение для многовариантного использования в современном земледелии и селекции.

Немаловажную роль в формировании продуктивности играют условия вегетационного периода, закономерно сменяющие друг друга, а также особенности и сроки прохождения фенологических фаз растений. В наших опытах эти факторы зависели от вида люпина и генотипа.

Непосредственно от продолжительности вегетационного периода зависит величина урожая кормового люпина. Период активной вегетации растений был неодинаков по годам и сильно зависел от складывающихся погодных условий, а также от свойств сорта и сортообразца. Так сорта и сортообразцы узколистного люпина оказались более скороспелыми во все годы исследований, чем сорта и сортообразцы люпина белого. Такая же отличительная закономерность видов люпина прослеживалась при изучении динамики формирования высоты растений, воздушно-сухой массы, фотосинтетической и симбиотической деятельности, однако в формировании урожайности и экономической эффективности возделывания сортов и сортообразцов люпина наблюдались различия даже в пределах отдельного вида люпина. Для большей объективности был проведен анализ адаптивности видов люпина к условиям произрастания (табл.1).

Урожайность семян изученных сортов и сортообразцов люпина узколистного, несмотря на различные условия вегетационных периодов 2015-2017 гг., была довольно высокой. Сорта сформировали её на уровне 1,40 – 1,90 т/га, при этом сорт Брянский сидерат (1,90 т/га) превысил урожайность стандартного сорта Витязь на 1,66 т/га, остальные сорта Радужный, Белозерный 110 и Смена были менее урожайными (1,40-1,58 т/га) соответственно. У сортообразцов наибольшую урожайность выше стандарта обеспечили: Каля×Белозерный 110, СН 59-05, МК Сирень

× Надежда, (ФЛП Чбс9×Узк42) × Белозерный 110 уз, Кристалл × Белозерный, Белозерный 121 × Светаник, Узколистный 53 × СН 236-03, ФЛП Чбс9×Узк42, ФЛП Чбс9×Узк42, СН 78-07, БДМ 38-14, Узколистный 53-02 и СН 52-05 их урожайность варьировала соответственно 1,67 – 2,13 т/га. У сортообразца Гибрид 613 × Щ-Щ Добрыня урожайность была меньше (на 0,2 т/га) чем у стандарта.

Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур при минимальных затратах на единицу продукции – важнейшая задача современного аграрного производства. Поэтому при выборе видов и сортов полевых культур, необходима как агрономическая, так и экономическая и энергетическая оценка рациональности их применения.

Расчет экономической эффективности проведен на основе технологических карт, и сложившихся цен на материально-технические ресурсы и сельскохозяйственную продукцию.

Он показывает, что во все годы исследований возделывание всех сортов и сортообразцов люпина узколистного было экономически выгодно. Производственные затраты у всех сортов и сортообразцов этого вида варьировали 11658-12815 руб./га. Рыночная стоимость 1 т семян люпина узколистного составляла 13500 руб.

Среди сортов данного вида лучшие экономические показатели выше стандартного сорта Витязь обеспечил сорт Брянский сидерат. Себестоимость производства тонны его семян была ниже и составила 6157 руб./т, а прибыль и рентабельность выше 13952 руб./га и 119,3 %, остальные сорта по этим показателям уступали стандарту.

Лучшие показатели экономической эффективности в среднем за три года среди сортообразцов узколистного люпина кормового назначения получены у сортообразцов СН 52-05, Узколистный 53-02, БДМ 38-14, СН 78-07 и ФЛП Чбс9×Узк42. Себестоимость их семян была ниже (5981; 6137; 6142; 6316 и 6890 руб./т), а прибыль и уровень рентабельности производства – более высокие от 12295 до 16016 руб./га и от 95,9 до 125,7 %.

**Таблица 1. Урожайность, адаптивность и экономическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина узколистного (2015-2017 гг.)**

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себе-стоимость, руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %	Коэффициент адаптивности
Витязь, St	1,66	22410	11658	7023	10752	92,2	0,95
Смена	1,58	21330	11825	7484	9505	80,4	0,91
Белозерный 110	1,46	19710	12107	8292	7603	62,8	0,84
Радужный	1,40	18900	12717	9084	6183	48,6	0,80
ФЛП Чбс9×Узк42	1,86	25110	12815	6890	12295	95,9	1,07
СН 78-07	1,95	26325	12317	6316	14008	113,7	1,12
Узколистный 53-02	2,02	27270	12406	6142	14864	119,8	1,16
СН 59-05	1,69	22815	11980	7089	10835	90,4	0,97
Каля×Белозерный 110	1,67	22545	11685	6997	10860	92,9	0,96
Гибрид 613 × Щ-Щ Добрыня	1,46	19710	12415	8503	7295	58,8	0,84
МК Сирень × Надежда	1,69	22815	11982	7090	10833	90,4	0,97
Кристалл × Белозерный	1,70	22950	11998	7058	10952	91,3	0,98
(ФЛП Чбс9×Узк42) × Белозерный 110 уз	1,69	22815	11956	7075	10859	90,8	0,97
Белозерный 121 × Светаник	1,72	23220	12346	7178	10874	88,1	0,99
Узколистный 53 × СН 236-03	1,75	23625	11856	6775	11769	99,3	1,01
БДМ 38-14	1,99	26865	12213	6137	14652	120,0	1,14
СН 52-05	2,13	28755	12739	5981	16016	125,7	1,22
Брянский сидерат	1,90	25650	11698	6157	13952	119,3	1,09

Наилучшие экономические показатели у узколистного люпина были получены у сортообразца СН 52-05. При его возделывании прибыль составила 16016 руб./га, уровень рентабельности 125,7 %, что на 5264 руб./га и 33,5 % больше стандарта.

При анализе адаптивного потенциала сортов по варьированию их урожайности использовали показатель «среднесортовая урожайность года». Критерием для сравнения берётся общая видовая адаптивная реакция культуры на конкретные условия выращивания, реализованная в средней величине урожайности для сравниваемых сортов. Общую видовую реакцию определяли путём суммирования урожайности отдельных сортов с последующим делением показателя на общее их число. Полученная величина является показателем нормы реакции определённой совокупности сортов на факторы внешней среды.

Сорта и сортообразцы люпина узколистного, которые обеспечили более высокую урожайность, характеризовались и более высоким (1,01-1,22) коэффициентом адаптивности.

Сорта и сортообразцы люпина белого во все годы исследований были урожайнее сортов и сортообразцов люпина узколистного, это объясняется генетическими особенностями видов и их приспособленностью к условиям произрастания.

В среднем за 3 года наибольшая урожайность среди изучаемых сортов этого вида, выше стандарта Дега (3,33 т/га), получена у сортов Алыый парус 3,69 т/га и Деснянский 2 – 3,65 т/га. Среди сортообразцов, превышающих стандарт выделались: СН 11-13 – 4,29 т/га, СН 8-12 – 3,84 т/га, СН 38-02 – 3,82 т/га, СН 39-13 – 3,57 т/га, СН 45-13 – 3,51 т/га и СН 13-13 – 3,36 т/га. У остальных, изучаемых сортообразцов уровень урожайности не превысил стандарт и изменялся от 1,78 до 3,31 т/га.

Экономическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина белого во все годы исследования отличалась от показателей у узколистного люпина, это связано с разным уровнем урожайности и с большими производственными затратами 15121 – 17989 руб./га которые объясняются

более высокой массой 1000, а, следовательно, большей нормой высева семян и послеуборочной их доработкой. Рыночная стоимость тонны семян люпина белого составила 12500 руб./т.

Стоимость полученного урожая семян зависела от уровня урожайности конкретного сорта или сортообразца. В среднем за три года исследований лучшие экономические показатели обеспечили лучшие сортообразцы, себестоимость которых была меньше (от 3957 до 5015 руб./га), а прибыль

и уровень рентабельности – больше (25151-36649 руб./га и 149,3-215,9 %) (табл.2).

Лучшие прибыль и уровень рентабельности производства семян люпина белого обеспечили сортообразцы СН 8-12, СН 38-02, СН 39-13, СН 45-13, СН 13-13, и особенно сортообразец СН 11-13, их более выгодно возделывать в лесостепной зоне Центрально-Черноземного региона. Остальные сортообразцы имели меньшую урожайность и, следовательно, большую себестоимость, меньшую прибыль и уровень рентабельности по сравнению со стандартным сортом Дега.

**Таблица 2. Урожайность, адаптивность и экономическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина белого (2015-2017 гг.)**

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %	Коэффициент адаптивности
Дега, St	3,33	41625	16960	5093	24665	145,4	1,07
Деснянский 2	3,65	45625	17865	4895	27760	155,4	1,18
Алый парус	3,69	46125	17745	4809	28380	159,9	1,19
Мичуринский	2,80	35000	17920	6400	17080	95,3	0,90
СН 8-12	3,84	48000	17747	4622	30253	170,5	1,24
СН 39-13	3,57	44625	16852	4720	27773	164,8	1,15
СН 54-13	3,14	39250	16682	5313	22568	135,3	1,01
СН 48-13	2,97	37125	17548	5908	19577	111,6	0,96
СН 21-13	3,31	41375	17934	5418	23441	130,7	1,07
СН 12-13	2,77	34625	16992	6134	17633	103,8	0,89
СН 13-13	3,36	42000	16849	5015	25151	149,3	1,08
Р14СН 61-06	2,98	37250	16623	5578	20627	124,1	0,96
Р14 СН1014-09 –щитковидный	3,04	38000	16987	5588	21013	123,7	0,98
СН 40-13	3,34	41750	17989	5386	23761	132,1	1,08
СН 38-02	3,82	47750	16975	4444	30775	181,3	1,23
СН 11-13	4,29	53625	16976	3957	36649	215,9	1,38
СН 45-13	3,51	43875	16869	4806	27006	160,1	1,13
СН 21-13	3,22	40250	16586	5151	23664	142,7	1,04
СН 15-13	3,11	38875	16352	5258	22523	137,7	1,00
СН 1735-10	2,46	30750	15457	6283	15293	98,9	0,79
СН 38-13	1,78	22250	16232	9119	6018	37,1	0,57
СН 53-13	2,10	26250	15121	7200	11129	73,6	0,68
СН 1677-10	2,41	30125	16578	6879	13547	81,7	0,78
СН 1022-09	2,59	32375	16750	6467	15625	93,3	0,84
СН 3-13	2,64	33000	15987	6056	17013	106,4	0,85

При анализе адаптивного потенциала сортов и сортообразцов люпина белого была отмечена идентичная закономерность, как и у узколистного люпина – чем продуктивнее сорт или сортообразец, тем больше был коэффициент адаптивности. Значительно выше стандарта (сорт Дега – 1,07) коэффициент адаптивности был у сортов Деснянский 2 и Алый парус (1,18 и 1,19). У лучших по урожайности сортообразцов также отмечены коэффициенты выше, чем у стандарта: СН 11-

13 – 1,38, СН 8-12 и СН 38-02 – 1,23 и 1,24, СН 39-13 и СН 45-13 – 1,13 и 1,15, а также – у СН 13-13 - 1,08. У остальных сортообразцов коэффициент адаптивности был ниже.

В настоящее время для объективной оценки не достаточно анализа экономической эффективности возделывания кормового люпина узколистного и белого, особенно новых сортов и сортообразцов, так как она зависит от рыночной ситуации. Поэтому нашими исследованиями предусматривалось

наряду с экономической эффективностью возделывания провести и энергетическую оценку, для того чтобы выявить для аграрного производства лучшие сорта и сортообразцы видов люпина с максимальным выходом обменной энергии с урожаем и наибольшим энергетическим доходом в условиях региона.

Установлено, что возделывание сельскохозяйственных культур, в том числе и кормового люпина, сопровождается как энергетическими затратами, так и выходом

обменной энергии с гектара люпинового агроценоза. Сравнение этих показателей позволяет оценивать энергетические затраты на единицу энергии накопленную урожаем.

В среднем за 2015-2017 гг. затраты совокупной энергии у всех сортов и сортообразцов люпина узколистного составляли 12,1-13,3 ГДж/га, а выход обменной энергии с урожаем изменялся от 20,3 до 30,9 ГДж/г (табл. 3).

**Таблица 3. Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина узколистного (2015-2017 г.)**

Сорт, сортообразец	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент
Витязь, st	24,1	12,6	11,5	1,9
Смена	22,9	12,4	10,5	1,8
Белозерный 110	21,2	12,9	8,3	1,6
Радужный	20,3	13,2	7,1	1,5
ФЛП Чбс9×Узк42	27,0	13,3	13,7	2,0
СН 78-07	28,3	12,8	15,5	2,2
Узколистный 53-02	29,3	12,9	16,4	2,3
СН 59-05	24,5	12,5	12,0	2,0
Каля×Белозерный 110	24,2	12,3	11,9	2,0
Гибрид 613 × Щ-Щ Добрыня	21,2	13,3	7,9	1,6
МК Сирень × Надежда	24,5	12,5	12,0	2,0
Кристалл × Белозерный	24,7	12,5	12,2	2,0
(ФЛП Чбс9×Узк42) × Белозерный 110 уз	24,5	12,5	12,0	2,0
Белозерный 121 × Светаник	24,9	12,9	12,0	1,9
Узколистный 53 × СН 236-03	25,4	12,3	13,1	2,1
БДМ 38-14	28,9	12,8	16,1	2,3
СН 52-05	30,9	13,3	17,6	2,3
Брянский сидерат	27,6	12,1	15,5	2,3

Наибольший выход обменной энергии и коэффициент биоэнергетической эффективности люпина узколистного выше стандартного сорта Витязь (24,1 ГДж/га и 1,9) получен лишь у сорта Брянский сидерат – 27,6 ГДж/га и 2,3, а у остальных сортов этот показатель был меньше. Наименьшим он был у сорта Радужный 20,3 ГДж/га и 1,5. У всех сортообразцов за исключением Гибрид 613 × Щ-Щ Добрыня (21,2 ГДж/га) выход обменной энергии с урожаем был выше стандарта. Лучшие показатели прироста обменной энергии с урожаем получены у сортообразцов люпина узколистного у тех же, у которых получена большая урожайность. Эти же сортообразцы в среднем за

три года имели больший коэффициент биоэнергетической эффективности. Так у сортообразцов СН 52-05, Узколистный 53-02, БДМ 38-14, СН 78-07 он был одинаковым на уровне 2,3. Меньший коэффициент биоэнергетической эффективности, но выше стандарта получен у сортообразцов (ФЛП Чбс9×Узк42) × Белозерный 110 уз, СН 59-05, Каля×Белозерный 110, МК Сирень × Надежда, Кристалл × Белозерный, Узколистный 53 × СН 236-03 – у них коэффициент был довольно высокий и изменялся от 2,0 до 2,1.

**Таблица 4. Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина белого (2015-2017 г.)**

Сорт, сортообразец	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент
Дега, St	48,3	14,6	33,7	3,3
Деснянский 2	52,9	14,8	38,1	3,6
Алый парус	53,5	14,3	39,2	3,7
Мичуринский	40,6	15,1	25,5	2,7
СН 8-12	55,7	14,3	41,4	3,9
СН 39-13	51,8	14,1	37,7	3,7
СН 54-13	45,5	14,0	31,5	3,3
СН 48-13	43,1	14,1	29,0	3,1
СН 21-13	48,0	13,4	34,6	3,6
СН 12-13	40,2	13,3	26,9	3,0
СН 13-13	48,7	13,7	35,0	3,6
Р14СН 61-06	43,2	14,7	28,5	2,9
Р14 СН1014-09 –щитковидный	44,1	14,0	30,1	3,1
СН 40-13	48,4	14,2	34,2	3,4
СН 38-02	55,4	14,8	40,6	3,7
СН 11-13	62,2	14,9	47,3	4,2
СН 45-13	50,9	13,6	37,3	3,7
СН 21-13	46,7	14,6	32,1	3,2
СН 15-13	45,1	14,4	30,7	3,1
СН 1735-10	35,7	13,2	22,5	2,7
СН 38-13	25,8	12,5	13,3	2,1
СН 53-13	30,5	13,2	17,3	2,3
СН 1677-10	34,9	13,4	21,5	2,6
СН 1022-09	37,6	14,2	23,4	2,6
СН 3-13	38,3	14,3	24,0	2,7

У сортов и сортообразцов люпина белого затраты совокупной энергии были больше, чем у узколистного люпина и составили 13,2-14,9 ГДж/га. Выход обменной энергии так же был больше и составил у большинства сортов и сортообразцов 25,8-62,2 ГДж/га (табл. 4).

Прирост общей энергии с 1 гектара люпинового агроценоза и коэффициент биоэнергетической эффективности изменялись в зависимости от сорта и сортообразца и варьировали от 13,3 до 47,3 ГДж/га и от 2,1 до 4,2.

В среднем за три года исследований наилучшими энергетическими показателями кормового белого люпина отличались сортообразцы: СН 11-13, СН 8-12, СН 38-02, СН 39-13, СН 45-13 и СН 13-13. Выход обменной энергии с урожаем у них был наибольшим среди всех изучаемых образцов и варьировал от 48,7 до 62,2 ГДж/га. Эти же сортообразцы обеспечивали наибольший прирост общей энергии и мак-

симальный коэффициент биоэнергетической эффективности, которые изменялись от 35,0 до 47,3 ГДж/га и от 3,6 до 4,2 соответственно.

Лучшие показатели биоэнергетической эффективности возделывания новых сортов и сортообразцов люпина белого в условиях 2015 – 2017 гг. получены у сортообразца СН 11-13, выход обменной энергии у которого составил 62,2 ГДж/га, прирост общей энергии – 47,3 ГДж/га и биоэнергетический коэффициент – 4,2.

**Заключение.** Таким образом, в лесостепи Центрального Черноземья энергетически более выгодно возделывать сорта люпина узколистного: Витязь и Брянский сидерат и сортообразцы: СН 52-05, Узколистный 53-02, БДМ 38-14 и СН 78-07; сорта люпина белого: Алый парус, Деснянский 2 и Дега, сортообразцы: СН 11-13, СН 8-12, СН 38-02, СН 39-13, СН 45-13 и СН 13-13.

Таким образом, проведенные нами исследования сортов и сортообразцов кормового люпина позволили выявить для условий лесостепной зоны Центрально – Черноземного региона адаптивный высокоурожайный сорт люпина узколистного Брянский сидерат, а также высокопродуктивные сортообразцы: Каля×Белозерный 110, СН 59-05, МК Сирень × Надежда, (ФЛП Чбс9×Узк42) × Белозерный 110 уз, Кристалл × Белозерный, Белозерный 121 × Светаник, Узколистный 53 × СН 236-03, ФЛП Чбс9×Узк42, ФЛП Чбс9×Узк42, СН 78-07, БДМ 38-14, Узколистный 53-02 и СН 52-05 их урожайность варьировала соответственно 1,67 – 2,13 т/га. Сортообразцы люпина узколистного, сформировавшие большую урожайность, обеспечили лучшие показатели экономической и биоэнергетической эффективности, себестоимость их се-

мян была ниже, а прибыль и уровень рентабельности производства выше, коэффициент адаптивности был на уровне 1,01-1,22.

При сравнительном изучении сортов и сортообразцов люпина белого установлено, что высокоурожайнее и эффективнее других сортов были: Алый парус и Деснянский 2, их эффективность превышала стандартный сорт Дега. При анализе урожайности и эффективности возделывания, изучаемых сортообразцов люпина белого в среднем за три года лучшие показатели обеспечили: СН 8-12, СН 38-02, СН 39-13, СН 45-13, СН 13-13 и особенно сортообразец СН 11-13. Их выгодно возделывать в лесостепной зоне Центрально-Чернозёмного региона. Эти же сортообразцы обоих видов люпина целесообразно использовать в селекционных программах.

#### Библиография

1. Артюхов А.И. Адаптация видов люпина в агроландшафты России [Текст] / А.И. Артюхов // Зернобобовые и крупяные культуры.-2015.-№1.-С.-60-67.
2. Артюхов А.И. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России [Текст] / А.И. Артюхов, П.А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК. – 2011. –№6. –С. 5-8.
3. Гатаулина Г.Г. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить [Текст] / Г.Г. Гатаулина, М.Е. Бельшкينا // Достижения науки и техники АПК. – 2017. - № 8. – С. 5-11.
4. Наумкин В.Н. Виды люпина и их продуктивность в ландшафтном земледелии Белгородской области. [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, В.А. Сергеева. Научные, труды. Программирование урожая и биологизация земледелия. Выпуск 3, часть 2. Брянск 2007.- С. 193-204.
5. Наумкин В.Н. Перспективы возделывания люпина в Центрально-Чернозёмном регионе [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, О.Д. Мещеряков и др. // Земледелие. – 2012. - № 1.- С. 27-29.
6. Наумкин В.Н. Перспективы выращивания люпина однолетнего в Белгородской области [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина В.А. Сергеева, Д.В. Белозеров // Белгородский агромир.- 2006. - №6(23) - С. 11-13.
7. Наумкин В.Н. Продуктивность люпина однолетнего и перспектива его выращивания в Белгородской области [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина В.А. Сергеева, А.Н. Смелый. // Кормопроизводство, 2008.-№ 1.- С. 13-16.
8. Привалов Ф.И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Белорусии [Текст] / Ф.И. Привалов, В.Ч. Шор // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі.- 2015.- №2.- С. 47-53.
9. Продуктивность образцов люпина узколистного и белого в лесостепи Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А. А. Муравьев, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич, П. А. Агеева // Кормопроизводство. – 2013. - № 6. - С. 20-23.
10. Продуктивность сортов и сортообразцов видов люпина в засушливых условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона [Текст] / В.Н. Наумкин, В. А. Сергеева, А. А. Муравьев, А.И. Артюхов М.И. Лукашевич, П.А. Агеева // Аграрная наука. – 2014. - № 4. – С. 11 – 14.
11. Сергеева В.А. Культура кормового люпина в условиях Белгородской области [Текст] / В.А. Сергеева, А.Н. Смелый, В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина. // Бюллетень научных работ; БелГСХА, Белгород, 2008.- С. 11-19.
12. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.

#### References

1. Artyukhov A.I. Adaptation of lupine species in the agrolandscapes of Russia [Text] / A.I. Artyukhov // Zernobobovye and krupjanye kultury.-2015.-№1.-P.-60-67.
2. Artyukhov AI Rational approaches to the solution of the protein problem in Russia [Text] / A.I. Artyukhov, P.A. Chekmarev // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2011.-№6. P.- 5-8.
3. Gataulina G.G. Soya and other leguminous crops: import or produce [Text] / G.G. Gataulina, M.E. Belyshkina // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2017. - №. 8. - P. 5-11.

4. Naumkin V.N. Types of lupine and their productivity in landscape farming in the Belgorod Region. [Text] / V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, V.A. Sergeeva. Scientific works. Programming of crops and biologization of agriculture. Issue 3, part 2. Bryansk 2007.- p. 193-204.
5. Naumkin V.N. Perspectives of cultivation of lupine in the Central Black Earth region [Text] / V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, O.D. Meshcheryakov, etc. // Agriculture. - 2012. - №. 1.- P. 27-29.
6. Naumkin V.N. Prospects for growing an annual lupine in the Belgorod Region [Text] / V.N. Naumkin, L.A. Naumkina V.A. Sergeeva, D.V. Belozarov // Belgorod agromir.-2006. - №6 (23) - P. 11-13.
7. Naumkin V.N. Productivity of lupine of one-year-old and perspective of its cultivation in the Belgorod region [Text] / V.N. Naumkin, L.A. Naumkina V.A. Sergeeva, A.N. Bold. // Fodder production, 2008.-№. 1.- P. 13-16.
8. Privalov F.I. Perspectives of cultivation, selection and seed production of lupine in Belarus [Text] / F.I. Privalov, V.C. Shor // Vestsi natsyyanalnaya academii navuk Belarus .- 2015.- №2.- P. 47-53.
9. Productivity of samples of lupine narrow-leaved and white in the forest-steppe of the Central Black Earth region [Text] / V.N Naumkin, LA Naumkina, A.A Muravyev, AI Artyukhov, M.I. Lukashevich, P. A. Ageyev // Feed production. - 2013. - №. 6. - P. 20-23.
10. Productivity of varieties and varieties of lupine species in arid conditions of the forest-steppe of the Central Black Earth region [Text] / V.N. Naumkin, V. A. Sergeeva, A. A. Muravyev, A.I. Artyukhov M.I. Lukashevich, P.A. Ageeva // Agrarian Science. - 2014. - №о. 4. - P. 11 - 14.
11. Sergeeva V.A. Culture of fodder lupine in the conditions of the Belgorod region [Text] / V.A. Sergeeva, A.N. Bold, V.N. Naumkin, L.A. Naumkina. // Bulletin of scientific works; BelGSHA, Belgorod, 2008.- P. 11-19.
12. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (on the example of the Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik and others - Belgorod: Izd. Constant, 2014. - 462 p.

#### **Сведения об авторах**

Муравьёв Александр Александрович, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
8-951-142-75-77. [Aleksandr16\\_1988@mail.ru](mailto:Aleksandr16_1988@mail.ru)

#### **Information about authors**

A.A Muravyev, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of Plant, selection and vegetable growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1, tel. 8-951-142-75-77. [Aleksandr16\\_1988@mail.ru](mailto:Aleksandr16_1988@mail.ru)

УДК 631.52.027: 632.954: 15.

*И.В. Оразаева*

## ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТИПОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР

**Аннотация.** Сорт является одним из основных и в настоящее время наиболее доступным элементом интенсивных технологий. Целью наших исследований была оценка сортов озимой пшеницы для последующего подбора наиболее эффективных комбинаций скрещиваний для создания нового исходного материала для селекции. Объектом исследований в опыте были 17 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ и ведущих отечественных научных селекционных учреждений. Условия 2045/16 и 2016/17 годов различались между собой по метеорологическим условиям. В среднем за два года урожайность сортов в питомнике составила 49,5 ц/га. Наименьшими колебаниями урожайности за два года характеризовались сорта Белгородская 12, Майская юбилейная, Августа, Ермак, Гром, что может характеризовать их как более пластичные. Наиболее скороспелыми в 2016-2017 гг. были сорта Устивица и Шарада. Большими значениями элементов структуры урожая характеризовались сорта Ариадна, Галина, Ермак, Майская юбилейная, Белгородская 16. Изучаемые сорта в 2016-2017 годах проявляли достаточно высокую зимостойкость на уровне 4,6 – 5,0 балла, устойчивость к полеганию (4,9 – 5,0 балла). Высокая комплексная устойчивость к болезням отмечена при этом у сортов Августа, Устивица, Черноземка 88, Шарада. Наибольшее содержание белка в зерне при этом отмечено у сортов Шарада, Белгородская 16, Ариадна, Галина, Черноземка 88, Северодонецкая юбилейная, Майская юбилейная, составляющее 13,17-18,86%. По содержанию сырой и сухой клейковины с наибольшими значениями этого показателя 29,48-39,40 выделились такие сорта, как Шарада, Галина, Ариадна, Черноземка 88. Проведенные исследования позволили выделить сорта, обладающие ценными хозяйственно-биологическими признаками. Данные сорта не только рекомендуются производству, но и могут являться потенциальными источниками полезных признаков для их использования в селекционном процессе.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница; сорта; селекция; продуктивность; зимостойкость; элементы структуры урожая, качество зерна; содержание клейковины в зерне.

## EVALUATION OF SORTS OF WINTER WHEAT OF DIFFERENT ECOTYPES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE CCA

**Abstract.** The sort is one of the main and at present the most accessible element of intensive technologies. The purpose of our research was to evaluate sorts of winter wheat for the subsequent selection of the most effective combinations of crosses to create a new source material for the selection. The object of research in the experiment were 17 sorts of winter soft wheat selection of Belgorod GAU and the leading domestic scientific breeding institutions. The conditions of 2045/16 and 2016/17 y. differed according to meteorological conditions. On average, for two years the sorts yield in the nursery was 49,5 c/ha. Least fluctuations in yields for two years characterized sorts Belgorodskaya 12, Mayskaya Jubileinaya, Augusta, Ermak, Grom, which can characterize them as more plastic. The most early in 2016-2017 y. were the sorts Ustyvitsa and Sharada. The sorts Ariadna, Galina, Ermak, Mayskaya Jubileinaya, and Belgorodskaya 16 were characterized by high values of the elements of the crop structure. The studied sorts in 2016-2017 y. exhibited quite high winter hardiness at the level of 4,6 – 5,0 points, resistance to lodging (4,9 – 5,0 points). High complex resistance to diseases was noted in the sorts of Augusta, Ustyvitsa, Chernozemka 88, Sharada. The greatest content of protein in the grain is observed in sorts Sharada, Belgorodskaya 16, Ariadna, Galina, Chernozemka 88, Severodonetskaya Jubileinaya, Mayskaya Jubileinaya, 13,17-18,86%. According to the content of raw and dry gluten with the highest values of this indicator, 29,48-39,40 there were such sorts as Sharada, Galina, Ariadna, Chernozemka 88. The carried out researches have allowed to allocate the grades possessing valuable economic-biological attributes. These sorts recommended are not only for production, but can also be potential sources of useful attributes for their use in the selection process.

**Keywords:** winter wheat; sort; selection; productivity; hardiness; elements of yield structure, grain quality; gluten content in grain.

**Введение.** Сорт является одним из основных и в настоящее время наиболее доступным элементом интенсивных технологий. Роль сорта, как фактора получения высоких урожаев, устойчивых по годам, особенно существенна в связи с необходимостью увеличения производства зерновой продукции. Производству требуются сорта,

предназначенные для разных типов агротехнологий, имеющие высокий уровень урожайности, обладающие комплексной устойчивостью к основным заболеваниям озимой пшеницы, зимостойкие, засухоустойчивые, формирующие высококачественное зерно для хлебопекарной промышленности и другой переработки [4].



Особенности сортов, основанные на их хозяйственно-биологических характеристиках должны в обязательном порядке учитываться в современных агротехнологиях. Правильно подобранные сорта в сочетании с разработанной технологией их выращивания являются основой обеспечения дальнейшего роста урожая и повышения качества производимой продукции. Проведение сортоиспытаний позволяет оценить и выделить по хозяйственно-ценным признакам сорта не только для использования их производстве, но и в качестве перспективного генетического материала для создания отечественных конкурентноспособных сортов по обеспечению импортозамещения в растениеводстве [5].

Целью наших исследований была оценка сортов коллекционного питомника для последующего подбора наиболее эффективных комбинаций скрещиваний для создания нового исходного материала для селекции.

Для выполнения этих целей определены задачи:

1. Изучить сорта озимой пшеницы в коллекционном питомнике и выделить наиболее перспективные из них.
2. Дать оценку перспективным сортам по их урожайности для последующей их гибридизации путем скрещивания.

Основная часть. Объектом исследований в опыте были сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ и ведущих отечественных научных селекционных учреждений (ГНУ Донской зональный НИИСХ, ГНУ Белгородский НИИСХ, ГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка», ГНУ Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко Россельхозакадемии, ГНУ ВНИИ Зерновых культур им. И.Г. Калининко, ОНО Северо-Донецкая гос. с.-х. опытная станция, ГНУ Воронежский НИИСХ им. В.В. Докучаева).

Сорта высевались в коллекционном питомнике проблемной лаборатории селекции и промышленного семеноводства Белгородского ГАУ.

В питомнике сорта сравнивались по продолжительности вегетационного периода, по элементам структуры урожая, проводилась их оценка по зимостойкости,

устойчивости к болезням, оценка качества зерна. Технология возделывания озимой пшеницы в опыте (обработка почвы, сроки посева, нормы высева) – общепринятая для зоны и области [6]. В питомнике проводились: фенологические наблюдения, структурный анализ урожайности по методике Государственного сортоиспытания [3], определение количества и качества клейковины в зерне пшеницы в соответствии с ГОСТ 13586.1-68 [1], определение количества белка в зерне пшеницы микрометодом Кьельдаля.

Посев осуществлялся кассетной селекционной сеялкой СКС-6-10, площадь делянки 5 м<sup>2</sup>. Метод уборки сплошной со всей делянки при комбайновой уборке «Terrion 2000». Математическая обработка результатов исследования проводилась по Б. А. Доспехову [2].

В питомнике изучалось 17 сортов озимой пшеницы по урожайным качествам и другим хозяйственно ценным признакам с целью их дальнейшего использования в селекционном процессе.

Условия 2015-2016 года были нетипичными и существенно отличались по температурному режиму и распределению количества осадков в течение года от среднелетних значений. Так, осенний период вегетации озимой пшеницы был крайне засушливым и первые всходы появились только к концу ноября, благодаря выпавшим осадкам и повышенной температуре. Перезимовка растений прошла вполне благополучно. Осадки в весенне-летний период способствовали накоплению вегетативной массы и умеренному развитию озимой пшеницы. Однако затяжные дожди в период полной спелости пшеницы затрудняли уборку, провоцируя прорастание на корню. Это привело к тому, что семена расходовали питательные вещества на прорастание. Урожайность и качество зерна при этом снижалось.

Вегетационный период озимой пшеницы в 2016-2017 гг. протекал более благоприятно. Условия осеннего периода, хотя и не способствовали нормальному и равномерному развитию растений озимой пшеницы, но мягкие зимние условия позволили им благополучно перезимовать. Весенне-

летний период был умеренно влажным и характеризовался благоприятным температурным режимом. Такие условия позволили растениям сформировать высокий урожай и хорошее качество зерна.

В 2015-2016 году урожайность озимой пшеницы в среднем по сортам составляла 39,4 ц/га (табл.1). При этом более высокую урожайность 45,2 – 49,0 ц/га формировали сорта Альмера, Майская юбилейная, Августа, Галина, Ермак. Самая низкая

урожайность от 20,1 до 35,2 ц/га формировали сорта Ариадна, Дон 95, Устивица, Синтетик, Черноземка 88, Одесская 267 и Шарада.

В 2016-2017 гг. среднесортная урожайность озимой пшеницы составила 57,5 ц/га. Наибольшим уровнем урожайности характеризовались сорта Альмера, Белгородская 12, Белгородская 16, Майская юбилейная, Галина, Устивица.

**Таблица 1. Урожайность сортов озимой пшеницы в коллекционном питомнике в 2016-2017 гг.**

Сорта	Урожайность, ц/га			± к st
	2016 г	2017 г.	среднее	
Альмера (st)	49,0	62,7	55,9	-
Белгородская 12	43,1	64,5	53,8	-2,1
Белгородская 16	44,3	70,6	57,5	+1,6
Майская юб.	45,2	63,9	54,6	-1,3
Августа	45,4	56,7	51,1	-4,8
Ариадна	35,0	54,9	44,9	-1,1
Галина	47,0	64,1	55,6	-0,3
Дон 95	22,6	52,3	37,5	-18,4
Ермак	45,2	58,1	51,7	-4,2
Устивица	35,2	60,3	47,8	-8,1
Северодон. юб.	37,4	54,4	45,9	-10,0
Синтетик	33,4	52,1	42,8	-13,1
Сурава	42,0	57,1	49,6	-6,3
Черноземка 88	32,0	58,4	45,2	-10,7
Одесская 267	32,0	56,3	44,2	-11,7
Гром	42,0	55,8	48,9	-7,0
Шарада	20,1	35,4	27,8	-28,1
Среднее по сортам	39,4	57,5	47,9	
НСР05, ц/га	6,12	4,60	6,41	

В среднем за два года урожайность сортов в питомнике составила 49,5 ц/га. При этом на уровне сорта-стандарта Альмера была урожайность сортов Белгородская 12, Белгородская 16, Майская юбилейная, Августа, Ариадна, Галина, Сурава.

Более низкий уровень урожайности был отмечен у сортов Дон 95, Северодонецкая юбилейная, Синтетик, Черноземка 88, Одесская 267 и Шарада.

В целом за два года, различающихся по метеорологическим условиям, ряд сортов характеризовался сильным варьированием по урожайности, что возможно указывает на их не высокую адаптивность в данных условиях, что особенно проявилось у сортов Дон 95, Устивица, Черноземка 88.

Наименьшими колебаниями урожайности за два года характеризовались сорта Белгородская 12, Майская юбилейная, Августа, Ермак, Гром.

Оценка сортов озимой пшеницы проводилась также по биологическим признакам и элементам структуры урожая.

Наиболее продолжительный вегетационный период в 2016-2017 гг. был отмечен у сортов Галина и Гром, составляющий 300-302 дня (табл. 2). Средняя продолжительность вегетационного периода была у сортов Августа, Ариадна, Черноземка 88. Наиболее скороспелыми были сорта Устивица и Шарада (291 и 287 дней соответственно).

**Таблица 2. Хозяйственно-полезные признаки сортов озимой пшеницы в коллекционном питомнике в 2016-2017 гг.**

Сорта	Показатели					
	Продолжительность вегетационного периода, дней	Высота растения, см	Продуктивная кустистость, шт	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г.	Масса 1000 зерен
Альмера (st)	298	87	2,4	58,2	2,12	44,24
Белгородская 12	295	98	2,1	58,7	2,25	44,82
Белгородская 16	297	100	2,5	59,4	2,64	45,11
Майская юб.	293	102	2,3	61,2	2,58	46,73
Августа	296	70	1,8	57,6	2,43	43,91
Ариадна	296	99	1,9	59,1	2,86	46,46
Галина	302	91	2,1	60,3	2,70	45,01
Дон 95	299	83	1,3	54,8	2,41	43,78
Ермак	299	93	2,4	55,6	2,33	45,80
Устивица	291	68	2,0	54,3	2,17	41,58
Северодон. юб.	299	103	2,2	53,8	2,42	40,04
Синтетик	299	99	2,1	59,4	2,85	43,42
Сурава	297	88	1,9	47,9	2,10	43,66
Черноземка 88	296	91	2,1	56,1	2,51	44,60
Одесская 267	299	85	2,0	57,9	2,41	45,00
Гром	300	61	2,1	56,8	1,82	39,04
Шарада	287	53	1,5	36,4	1,28	32,98
НСР05,	-	-	0,7	4,7	0,84	4,58

Условия исследуемого периода не способствовали интенсивному росту стебля сортов озимой пшеницы, поэтому высота растений составляла от 53 до 103 см. При этом, более как более короткостебельные выделились сорта Устивица, Гром, Шарада, Августа.

Продуктивная кустистость у изучаемых сортов в среднем составляла 2,02 шт. Больше число продуктивных стеблей на одно растение от 2,3 до 2,5 шт. формировали сорта Альмера, Белгородская 16, Майская юбилейная, Ермак.

Сорта также различались между собой по продуктивности колоса. В среднем за два года наибольшим числом зерен с колоса в количестве 58,2-61,2 шт. характеризовались сорта Майская юбилейная, Галина, Белгородская 16, Ариадна, Белгородская 12 и Альмера. Меньшее число зерен в колосе было у сортов Шарада и Сурава – 36,4 и 47,9 шт. соответственно.

Сорта Ариадна, Галина, Синтетик, Белгородская 16 и Майская юбилейная формировали более крупное зерно, с массой его в колосе 2,58-2,86 г. Масса зерна менее 2,2 г была у сортов Альмера, Устивица, Сурава и Шарада.

Масса 1000 зерен как элемент структуры урожая, варьировала у сортов от 32,98 до 46,73. При этом большая масса 1000 зерен от 45,11 до 46,63 г. была у сортов Ариадна, Ермак, Майская юбилейная, Белгородская 16.

Изучаемые сорта в 2016-2017 годах проявляли достаточно высокую зимостойкость на уровне 4,6 – 5,0 балла, устойчивость к полеганию (4,9 – 5,0 балла), а также устойчивость к заболеваниям мучнистой росы и бурой ржавчины.

Наименьшее поражение мучнистой росой от 1,0 до 1,6 % отмечено у сортов Августа, Ариадна, Галина и Шарада. Развитие бурой ржавчины в фазу налива зерна у сортов Белгородская 12, Белгородская 16, Майская юбилейная и Шарада за исследуемый период было наименьшим (2,1-3,0 %). Высокая комплексная устойчивость к болезням отмечена при этом у сортов Августа, Устивица, Черноземка 88, Шарада.

В условиях высокой влажности в 2016 году в период уборки озимой пшеницы было отмечено прорастание на корню. Оценка сортов коллекции по этому показателю в естественных условиях позволила выделить наиболее устойчивые

сорта. Наименьший процент проросших семян в колосе был отмечен у сортов Шарада, Дон 95. Сильное прорастание на корню

было отмечено у сортов Августа, Альмера, Ермак, Одесская 267, Северодонецкая юбилейная, Синтетик.

**Таблица 3. Устойчивость сортов озимой пшеницы в коллекционном питомнике к неблагоприятным факторам в 2016-2017 гг.**

Сорта	Показатели				
	Зимостойкость, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Прорастание на корню, % *	Интенсивность развития мучнистой росы, %	Интенсивность развития бурой ржавчины, %
Альмера (st)	4,9	5,0	12,45	3,9	7,6
Белгородская 12	5,0	4,9	5,45	2,8	2,7
Белгородская 16	5,0	5,0	3,87	2,9	2,1
Майская юб.	5,0	4,9	4,92	2,5	2,1
Августа	5,0	5,0	11,25	1,6	5,1
Ариадна	5,0	5,0	5,45	1,6	8,9
Галина	5,0	4,9	5,25	1,0	6,5
Дон 95	4,9	5,0	1,15	3,9	8,5
Ермак	5,0	5,0	13,75	2,0	7,9
Устивица	4,7	5,0	5,30	2,1	5,4
Северодон. юб.	5,0	4,9	8,91	3,7	8,7
Синтетик	5,0	4,9	7,40	3,6	8,1
Сурава	4,6	5,0	4,45	3,9	6,5
Черноземка 88	5,0	5,0	3,15	2,1	4,5
Одесская 267	4,5	5,0	11,05	3,8	8,8
Гром	4,6	5,0	4,30	3,7	4,6
Шарада	4,7	5,0	0,18	1,5	3,0
НСР05,	0,4	-	7,15	0,58	1,37

\*данные за 2016 г.

В 2015/16 и 2016/17 годов, различавшихся по метеорологическим условиям, сорта озимой пшеницы накапливали в зерне различное содержание белка и клейковины. Наиболее благоприятными для формирования зерна высокого качества были условия 2017 года, тогда как не высокая температура и затяжные дожди уборочного периода в 2016 году значительно снизили изучаемые качественные показатели.

Проведенный анализ качества зерна сортов озимой пшеницы в среднем за 2016-2017 гг. (табл. 4), показал, что в среднем по сортам содержание сырого протеина составило 13,35%, сырой клейковины – 28,31%, сухой клейковины – 9,92%.

Наибольшее содержание белка в зерне при этом отмечено у сортов Шарада, Белгородская 16, Ариадна, Галина, Черноземка 88, Северодонецкая юбилейная, Майская юбилейная, составляющее 13,17-18,86%. У остальных сортов содержание белка колебалось в пределах 11,55-12,88%.

По содержанию сырой и сухой клейковины с наибольшими значениями этого показателя 29,48-39,40% и 17,6-10-90% выделились такие сорта, как Шарада, Галина, Ариадна, Черноземка 88.

Качество клейковины за исследуемый период составляло от 82,0 до 109,3 усл. ед. ИДК, что соответствовало III группе качества и характеризовало ее как удовлетворительную слабую.

Таким образом, проведенные учеты и анализы позволили выделить в питомнике сорта, обладающие рядом ценных хозяйственно-биологических признаков. Эти особенности сортов могут быть использованы в производстве для уточнения сортовой агротехники в технологии их возделывания. А также данные сорта могут быть включены в селекционную программу скрещиваний для получения новых желаемых сочетаний признаков. При этом в качестве источников полезных признаков использовать следующие сорта и линии:

- высокая урожайность: Августа, Альмера, Галина, Ермак, Сурава;  
 - адаптивность к условиям выращивания: Белгородская 12, Майская юбилейная, Августа, Ермак, Гром;  
 - скороспелость: Шарада, Устивица;  
 - низкорослость: Устивица, Шарада, Гром;

- устойчивость к прорастанию на корню: Шарада, Дон 95;  
 - устойчивость к болезням: Августа, Устивица, Черноземка 88, Шарада;  
 - высокое качество: Шарада, Галина, Ариадна, Черноземка 88.

**Таблица 4. Качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в 2016-2017 гг.**

Селекционный номер	Протеин, %	Количество клейковины, %		Показатели ИДК-ЗМ, усл. ед.
		сырой	сухой	
Альмера (st)	11,63	26,75	8,96	89,7
Белгородская 12	13,56	27,48	9,28	97,4
Белгородская 16	15,45	28,48	10,84	100,0
Майская юб.	13,17	28,60	9,44	82,0
Августа	11,46	27,96	9,62	109,3
Ариадна	14,18	29,68	9,20	97,3
Галина	15,62	30,72	10,56	98,6
Дон 95	12,88	24,72	8,80	94,3
Ермак	12,55	26,72	8,36	87,8
Устивица	11,86	27,84	9,44	96,1
Северодон. юб.	13,27	28,16	9,68	98,7
Синтетик	11,81	25,48	8,48	90,6
Сурава	13,11	27,44	9,92	95,8
Черноземка 88	13,61	29,48	10,90	99,0
Одесская 267	11,55	25,68	8,56	95,6
Гром	12,48	26,68	9,00	102,5
Шарада	18,86	39,40	17,60	94,8

**Заключение.** Проведенные исследования продуктивности и качества зерна сортов озимой пшеницы различных экотипов позволили выделить сорта, отличающиеся по ряду хозяйственно-ценных признаков: урожайность, скороспелость, устойчивость к прорастанию на

корню, полеганию, болезням, высокое качество зерна. Выделившиеся сорта не только рекомендуются производству, но и могут являться потенциальными источниками полезных признаков для их использования в селекционном процессе.

#### Библиография

1. ГОСТ 13586.1 – 68. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – Взамен ГОСТ 109666 – 64; Введ. 01.06.68. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – С. 3-5
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 271-356
3. Методика государственного сортоиспытания полевых культур. – М.: 1987. – С. 5-23
4. Павлов М.И. Оценка сортов и линий озимой пшеницы в коллекционном питомнике БелГАУ/ Павлов М.И., Оразаева И.В., Муравьев А.А., Кулишова И.В.//Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора З.И. Щелоковой (г. Белгород, 24-26 ноября 2016 г.) / под общ. ред. Е.В. Думачевой. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – 139-143 с.
5. Павлов М.И. Создание нового селекционного материала озимой мягкой пшеницы с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом / Павлов М.И., Оразаева И.В.// Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. - № 4, с. 98-105
6. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.

#### References

1. GOST 13586.1 - 68 Zerno. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny v pshenice [Cereals. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat]. - Instead of GOST 109666 - 64; Introduced. 1.6.68. - M.: Publishing House of Standards, 1969. - P. 3-5

2. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)]. - 5th ed. ext. and rev. – Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. - Pp. 271-356

3. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia polevykh kul'tur [Methods of state variety trials of field crops]. – Moscow, 1987. - Pp. 5-23

4. Pavlov M.I. Otsenka sortov i liniy ozimoy pshenitsyi v kollektсионном питомнике BelGAU [Evaluation of sorts and lines of winter wheat in the collection nursery BelGaU] / Pavlov MI, Orazaeva IV, Murav'ev AA, Kulishova IV. // Plant breeding: past, present and future: a collection of materials of the I All-Russian Science -practical conference with international participation, dedicated to the 140th anniversary of the National Research University "BelGU" and the 100th anniversary of the birth of a breeder, scientist and teacher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Z.I. Shechlova (Belgorod, 24-26 November 2016) / under the total. Ed. E.V. Dumachevoy. - Belgorod: Publishing House "Belgorod", National University of BelSU, 2017. - 139-143 p.

5. Pavlov M.I. Sozdanie novogo selekcionnogo materiala ozimoy myagkoj pshenicy s vysokim adaptivnym i produktivnym potencialom [Creation of a new breeding material of winter soft wheat with a high adaptive and productive potential] / Pavlov MI, Orazaeva IV // Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - 2016. - No. 4, p. 98-105

6. Organizacionno-tekhnologicheskie normativy vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur (na primere Belgorodskoj oblasti) [Organizational and technological standards for the cultivation of crops (on the example of the Belgorod region)] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik and others - Belgorod: Izd. Constant, 2014. - 462 p.

#### **Сведения об авторах**

Оразаева Ирина Владимировна, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ», кандидат с.-х. наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон 8-906-604-88-82, i-orazaeva@yandex.ru

#### **Information about authors**

Orazaeva Irina V. candidate of agricultural sciences, senior teacher of department of plant-grower, selection and vegetable-growing of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-906-604-88-82, i-orazaeva@yandex.ru

УДК 633.16 (470.325)

*Н.А. Сидельникова, В.В. Смирнова*

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Приведены результаты исследований технологических свойств зерна многорядного ячменя в Белгородской области. Сорты имели обязательные и дополнительные показатели качества зерна, которые полностью соответствовали нормативным показателям пивоваренного ячменя, по основным показателям технологических свойств зерна их можно отнести к первому классу. В связи с модернизацией пивоваренной промышленности в России в последние годы резко повысился спрос на зерно ячменя для пивоварения. Но прежде чем получить хорошее и высококачественное пиво необходимо произвести хороший солод. Высококачественным сырьём для производства солода может быть только чистосортный ячмень, недопустимо смешивание сортов с различным уровнем качества. Главное в технологии возделывания пивоваренного ячменя – комплексность. Все ее элементы тесно связаны между собой, и отступление от научных рекомендаций даже в одном агроприеме нарушает баланс всей технологической системы, что приводит зачастую к утрате пивоваренных качеств. Потери в этом случае превышают те прибавки, которые достигаются за счет новых высокоадаптивных сортов и отдельных эффективных агротехнических приемов. Основу технологии выращивания высококачественного зерна ячменя, отвечающего требованиям пивоваренной промышленности, составляют агротехнические мероприятия, невыполнение или отклонение от которых снижает качество зерна.

**Ключевые слова:** ячмень, сорт, зерно, качество, технологические свойства, предшественник, обработка почвы, удобрение, уборка.

## PRODUCTION TECHNOLOGY OF BARLEY GRAIN IN THE CONDITIONS OF SOUTH-EASTERN ZONES OF THE BELGOROD REGION

**Abstract.** The results of researches of technological properties of multi-row barley grain in the Belgorod region. The class was mandatory and additional indicators of grain quality, fully in line with standard indicators of malting barley, the main indicators of technological properties of grain can be attributed to the first class. In connection with the modernization of the brewing industry in Russia in recent years sharply increased demand for grain barley for brewing. But before you get a good and high quality beer necessary to produce good malt. High-quality raw material for the production of malt can only be purebred barley, unacceptable mixing of varieties with different level of quality. The main thing in technology who-delivery malting barley – complexity. All its elements are closely linked, and a deviation from scientific advice even in the same application violates the balance of the whole technological system, which often leads to the loss of malting quality. By Teri in this case exceeds the gain, which is achieved due to the new Vysokaya positive grades and a separate efficient farming practices. The technology of growing high-quality barley that meets the requirements of the brewing industry, are agricultural activities, non-compliance or deviation from which diminishes the quality of grain.

**Keywords:** barley, variety, grain, quality, technological properties, predecessor, tillage, fertilization, harvesting.

Ячмень является одной из древних культур, и на сегодняшний день не потерял своего значения. В последние годы в мире прослеживается тенденция неуклонного увеличения потребления пива, которое неизменно пользуется огромной популярностью среди различных слоёв населения, прежде всего благодаря своему приятному вкусу, освежающему эффекту, тонизирующему воздействию, относительной дешевизне и доступности.

В начале XXI века пиво продолжает уверенно завоёвывать мир: оно становится в прямом смысле слова мировым напитком, а пивоварение представляет явный признак глобализации экономики.

Сегодня мы являемся свидетелями того, как глобальная экспансия пива затронула и Россию. Годовое потребление пива на душу каждого россиянина в последние годы неуклонно возрастает и в последние годы, по экспертным оценкам, составило около 37 л. Тем не менее, нашу страну пока относят к странам, мало потребляющим пиво, в которых удельное потребление не превышает 40 л на душу населения.

В связи с модернизацией пивоваренной промышленности в России в последние годы резко повысился спрос на зерно ячменя для пивоварения. Но прежде чем получить хорошее и высококачественное пиво необходимо произвести хороший солод. Высококачественным сырьём для про-

изводства солода может быть только чистосортный ячмень, недопустимо смешивание сортов с различным уровнем качества. Требования к товарным партиям пивоваренного ячменя определяются стандартом ГОСТ 5060 – 86 [1].

В государственном стандарте на пивоваренный ячмень отражена лишь незначительная часть показателей, характеризующих товарные качества зерна, а также химические и физиологические свойства. Большинство же показателей, служащих признаками агрономического сорта ячменя, т. е. строго контролируемых генетически, можно определить только с помощью специальных лабораторных методов и испытательного оборудования.

Устойчивый спрос на солод в мировом пивоваренном производстве сопровождается непрерывным ростом объемов мировой торговли пивоваренным ячменём. Около 60 % мирового экспорта солода приходится на страны ЕС. Самым крупным импортёром солода является Япония.

Белгородская область является одной из ведущих областей Российской Федерации по производству зерна ячменя. В настоящее время потребность отрасли в пивоваренном ячмене составляет примерно 1,2 млн. т, что дает 950 тыс. т. солода, тогда как в стране производится около 380 тыс. т солода. Все это происходит на фоне негативных тенденций развития производства пивоваренного ячменя, являющегося основой солодовенной и пивоваренной промышленности.

Динамика производства ячменя в России за последние десять лет характеризуется сокращением посевных площадей больше, чем на 30 %.

Валовой сбор зерна за этот период упал ещё больше – в 2,5 раза. Все вышеприведённые данные относятся к общему производству ячменя в целом и, естественно, что из всего произведённого зерна на пивоваренные цели расходуется только его часть. Однако эти данные показывают, что сырьевые ресурсы ячменя в России значительные. Для производства солода можно использовать только чистосортный ячмень с высоким уровнем качества.

Известно, что к выбору сорта пивоваренного ячменя следует подходить особенно основательно. Учеными доказано, что ни одна другая зерновая культура не привязана так сильно к сортовым особенностям. При сравнении сортов различной селекции, к сожалению, мы видим, что наши отечественные сорта обладают низкими солодовенными и пивоваренными качествами, поэтому производственники вполне обоснованно работают с сортами ячменя зарубежных производителей.

Современные сорта имеют свои генетические особенности, которые обязательно надо учитывать при возделывании. В основном, все современные сорта пивоваренного ячменя являются сортами интенсивного типа, а это значит, что агротехнология их должна включать комплексную систему мер по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями.

Для производства пива до недавнего времени использовались сорта только двурядного ячменя. Считалось, что в России отсутствуют сорта многорядного ячменя, обладающие хорошими пивоваренными качествами. В то время как существует множество зарегистрированных и районированных сортов двурядного ячменя российской и зарубежной селекции.

Исследования были проведены в 2016 г. в полевом севообороте ОАО «АПК «Бирюченский», расположенном в первой юго-восточной зоне Белгородской области. Район характеризуется недостаточной степенью влагообеспеченности. Гидротермический коэффициент (ГТК) находится на уровне 0,97. Почва опытного участка - чернозём типичный, среднемоощный, тяжелоуглинистый на лессовидном суглинке.

Агрохимическая характеристика почвы в слое 0-30 см следующая: содержание гумуса 5,6 %, гидролизующего азота 147,3 мг/кг почвы, подвижного фосфора 120,2 мг/кг почвы, обменного калия 131,7 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований -4,7 и 38,8 мг/экв. на 100 г почвы, насыщенность основаниями - 88,9 %, рН солевой вытяжки-5,6.

Объектами исследований были 2 сорта многорядного ячменя разной биологической характеристики – Вакула и Гелиос



УА, предметом изучения - технологические качества зерна. Изучались такие показатели, как: обязательные и специфические (дополнительные).

В условиях нашего хозяйства для возделывания пивоваренного ячменя используются лучшие предшественники, которые обеспечивают высокую урожайность его без увеличения белковости зерна – кукуруза на силос и зерно, подсолнечник, сахарная свёкла.

После кукурузы и подсолнечника обработка почвы включает в себя перекрытое послеуборочное дискование и вспашку плугами с предплужниками ПЛП-6-35, ПЛН-3-35 на глубину 20-22 см. Зимой проводят снегозадержание снегопахами (СВШ-7, СВШ-10, СВУ-2,6) 2 - 3 раза за зиму в оттепель, также его проводят в комплексе с задержанием талых вод. Весной боронуют диагонально-перекрытым способом боронами БЗТС-1,0.

Предпосевная обработка почвы складывается из ранневесеннего боронования и предпосевной культивации на глубину заделки семян. Посевной слой почвы рыхлят предпосевной культивацией на глубину 4 - 6 см культиваторами КПС - 4 в агрегате с боронами и шлейфами из брусочков и цепей, выглаживающих поверхность поля.

Большую часть удобрений в ОАО «АПК «Бирюченский» вносят под основную обработку почвы. Из азотных удобрений осенью применяют аммиачную воду, безводный аммиак и другие аммиачные формы. Режим питания растений ячменя обеспечивается при соотношении удобрений NPK 1:1,5:1.

При посеве в рядки вносят простой гранулированный суперфосфат – P10-15. Норму азотного удобрения дифференцируют с учётом осеннего или ранневесеннего запаса минерального азота в слое почвы 0-40 см. При очень низкой обеспеченности почвы нитратным азотом (меньше 5 мг на 1 кг почвы) вносят повышенные дозы азотного удобрения 45-60 кг/га, при низкой и средней обеспеченности (5-10 или 10-15 мг/кг) – 30-45 и 20-30 кг/га. д.в., а при содержании больше 15 мг/кг азот не вносят вовсе.

Специалистами хозяйства проводится обязательное протравливание семян, которое снижает поражение проростков грибными болезнями. Для посева используют крупные (масса 1000 зёрен не менее 40 г) отсортированные протравленные семена. Для протравливания семян против головни и корневой гнили применяют системный протравитель Премис + Агат. Сроки посева самые ранние.

При возделывании ячменя в ОАО «АПК «Бирюченский» применяемая норма высева составляла 4,5-5,0 млн. всхожих зёрен на га. При таком расходе семян бывает меньше подгона и формируется более равномерное зерно. Повышать норму высева выше оптимальной не следует, так как это приведёт к формированию более мелкого, низконатурного с повышенной плёнчатостью и рядом других свойств отрицательно сказывающихся на пивоваренных качествах зерна.

Способ посева – узкорядный, позволяющий снизить гущенность размещения семян в рядках с 80-90 до 40-45 шт. на одном метре.

Послепосевное прикатывание проводится для улучшения контакта семян с почвой, данный приём является очень важным для повышения урожайности и густоты всходов. Оно необходимо особенно в засушливую погоду и очень актуально для нашего хозяйства, которое размещено в юго-восточной части Белгородской области и по условиям влагообеспеченности находится не в лучших условиях. Кроме прикатывания в нашем хозяйстве проводится довсходовое боронование - для предупреждения появления почвенной корки и уничтожения нитевидных сорных проростков. Довсходовое боронование проводят через 3-5 дней после посева. Оно не должно повредить проросшие зёрна. Поэтому проводят его в период, когда проростки ячменя не превышают длины семени, и глубины рыхления почвы бороной должна быть меньше глубины посева.

Для борьбы с сорняками специалистами хозяйства используют боронование всходов ячменя средними боронами, при этом уничтожается до 60-75 % проростков

сорняков. Наряду с агротехническими приёмами в борьбе с сорняками эффективны гербициды, которые применяют под предпосевную культивацию. По вегетирующим растениям, для уничтожения двудольных сорняков посева опрыскивают 2,4Д и диаленом, используя машины ОПШ - 15.

Оптимальный срок посева ячменя – это момент наступления физической спелости почвы. Календарные сроки посева в ОАО «АПК «Бирюченский» изменяются в соответствии с погодными условиями весенний период. В зерне поздних сроков посева содержание белка увеличивается до 2%, экстрактивность снижается на 3–4%, возрастает пленчатость, уменьшается выравненность и крупность.

Уход за посевами состоит в послепосевном прикатывании, борьбе с сорняками, вредителями и др. В системе мер борьбы с сорной растительностью агротехнические меры относятся к ведущим. Это правильное научно обоснованно чередование культур в севообороте, своевременная тщательная основная и предпосевная обработка почвы, ранние сроки сева, оптимальная норма высева и глубина заделки семян. Все вышеперечисленные мероприятия дополняет химическая прополка посевов, которая проводится в фазу полного кущения.

Научные исследования и передовой опыт показывают, что использовать гербициды на ячмене экономически выгодно – они обеспечивают гибель сорняков на 70–90% и прибавку урожая на 2–4 ц/га [3].

Уборка – один из ответственных периодов получения пивоваренного ячменя. По типам возникновения потери зерна делят на биологические и механические. Биологические – это потери зерна, вызываемые естественными факторами. Механические потери вызываются воздействием уборочных и перерабатывающих машин. К качеству зерна ячменя, используемого в пивоварении, предъявляются не только определенные агробиологические требования, но и требования к уровню повреждения зерна при уборке и переработке.

Травмирование зерна пивоваренного ячменя вызывает, прежде всего, снижение всхожести и энергии прорастания, от

которых в основном зависит качество получаемого солода. Вместе с этим, при хранении дробленого зерна увеличивается его повреждение грибковыми заболеваниями, бактериями, заражение клещами, стимулируется его самосогревание, возрастает степень неравномерности замочки зерна на солодовнях, что ведет к ухудшению технологических и биологических свойств материала. Допустимое дробление зерна пивоваренных сортов ячменя не должно превышать 1%, а микроповреждение – 25%. Один из путей, обеспечивающих снижение повреждения пивоваренного ячменя, – это правильный выбор способа уборки, при котором достигается минимальное повреждение зерна и максимальный сбор урожая.

Против насекомых-вредителей, таких как хлебный пилильщик, личинки щелкуна и майского жука, достаточную защиту даёт протравливание семян. Оно угнетает также возбудителей некоторых грибковых заболеваний (твёрдая головня, полосатая и сетчатая пятнистость ячменя).

Уборку ячменя в ОАО «АПК «Бирюченский» проводят прямым и раздельным комбайнированием. Нельзя допускать смешивания зерна разного качества. Поэтому важно заблаговременно выявить массивы высококачественного пивоваренного ячменя и сформировать на току соответствующие партии зерна, не смешивая их в процессе очистки и сушки.

Прямое комбайнирование проводится в период «мёртвой спелости» (технической), что является предпосылкой успешной уборки, так как большинство сортов пивоваренного ячменя устойчивы к полеганию и осыпанию зерна. В этот период влага к зерну растением не подводится, и влажность ячменя зависит только от внешних условий. Потому, при уборке, во избежание повреждения зерна, если ячмень чрезмерно сух, следует учитывать влажность, как зерна, так и воздуха.

Если в момент технической спелости имеется возможность широко использовать сушку в естественных условиях, уборку можно производить при сырой погоде, даже при влажности ячменя 17-20 %. Но сразу после обмолота влажность необходимо искусственно снизить до 14-15 %,

так как только в этом случае не будет наблюдаться порчи при хранении ячменя. Вскоре после уборки зерно вентилируется или перекалывается для удаления влаги, накопившейся при созревании. При соблюдении этих условий удаётся, и при прямом комбайнировании, получить высококачественный пивоваренный ячмень. Потери зерна при такой уборке меньше, чем при раздельном способе уборки.

Раздельный способ уборки предусматривает обязательную сушку хлебной массы перед обмолотом. В процессе сушки происходит созревание семян срезанных растений, а также снижение содержания влаги в зерне и соломе, в случае засоренности – в сорняках.

Происходит выравнивание физико-механических свойств обмолачиваемой массы. Это облегчает настройку молотилок зерноуборочных машин на необходимый режим работы и позволяет уменьшить потери зерна за молотилкой комбайна, снизить его повреждение при обмолоте. Кроме того, при сушке происходят благоприятные необратимые процессы в семенах, которые способствуют сохранению их всхожести, что в случае уборки ячменя для пивоварения в значительной мере влияет на качество получаемого солода.

С этой точки зрения, более предпочтительным является раздельный способ уборки пивоваренных ячменей. Исходя из вышеизложенного, необходимо сделать вы-

вод, что главное в технологии возделывания пивоваренного ячменя – комплексность. Все ее элементы тесно связаны между собой, и отступление от научных рекомендаций даже в одном агроприеме нарушает баланс всей технологической системы, что приводит зачастую к утрате пивоваренных качеств. Потери в этом случае превышают те прибавки, которые достигаются за счет новых высокоадаптивных сортов и отдельных эффективных агротехнических приемов.

Основу технологии выращивания высококачественного зерна ячменя, отвечающего требованиям пивоваренной промышленности, составляет комплекс агротехнических мероприятий, невыполнение или отклонение от которых снижает качество зерна.

Определение цвета, запаха, состояния зерна, сорной и зерновой примеси, природы у изучаемых сортов ячменя, выращенного в ОАО «АПК «Бирюченский» показало, что этот показатель соответствовал требованиям ГОСТа.

Цвет зерна у всех сортов был соломенно-желтый, запах – свежей соломы, свойственный зерну ячменя, без плесневелого, затхлого и др. Этому способствовали погодноклиматические условия во время созревания и уборки зерна ячменя (табл. 1). Наличие затхлого запаха свидетельствует о непригодности ячменя к солодоращению [2].

**Таблица 1. Органолептические показатели качества зерна ячменя**

Сорт	Цвет	Запах	Состояние	Зараженность
Вакула	Свойственный зерну данного типа	Свойственный зерну ячменя, без плесневелого затхлого и других посторонних запахов	Соответствует требованиям ГОСТа	Не обнаружена
Гелиос	Свойственный зерну данного типа	Свойственный зерну ячменя, без плесневелого затхлого и других посторонних запахов	Соответствует требованиям ГОСТа	Не обнаружена

Определение цвета, запаха, состояния зерна, сорной и зерновой примеси, природы у изучаемых сортов ячменя показало, что этот показатель соответствовал требованиям ГОСТа. Несмотря на то, что на растениях ячменя было обнаружено заболевание – фузариоз. Объясняется это дождливой погодой во время фазы цветения, когда

создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов. А ячмень отличается высокой энзиматической активностью и способностью к прорастанию. Наличие в ячмене полевого фузариоза может вызвать снижение такого показателя как энергия прорастания. В нашем случае этого не произошло.

Показатель влажности зерна ячменя, поступившего на анализ был равен у сорта Вакула 11,4 % и у сорта Гелиос УА – 12,9 % (табл.1). Сравнивая полученные результаты с нормами стандарта, наши образцы зерна ячменя по данному показателю соответствовали первому классу (табл. 2).

Проведение качественной послеуборочной доработки зерна в ОАО «АПК «Бирюченский» обеспечило очень низкий процент сорной примеси в изучаемых образцах ячменя, он не превышал 1%.

Определение зерновой примеси в изучаемых образцах показало, что оба сорта

соответствовали первому классу, так как содержание зерновой примеси у них составляло 0,1-0,2 %.

Различные фракции сорной примеси существенно влияют на натуру зерна. При помещении зерна в любую емкость с соблюдением определенных правил, обеспечивающих достаточно стабильные условия засыпки, а следовательно, и плотность укладки, масса зерна в данном объеме и даже в пределах одной культуры может быть различной.

**Таблица 2. Обязательные показатели качества зерна ячменя**

Сорт	Влажность, %	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Натура г/л
Вакула	11,4	0,4	0,1	647
Гелиос	12,9	0,4	0,2	664

Объясняется это главным образом тремя причинами: различной выполненностью зерна; неодинаковым количеством и составом примесей в зерновой массе; различной влажностью. Натура пивоваренных ячменей колеблется от 600 до 700 г/л. При определении натуре зерна нами было установлено, что этот показатель у сорта Вакула составил 647 г/л, у сорта Гелиос УА – 664 г/л.

Очень важным показателем качества зерна ячменя является белок. Он оказывает положительное влияние на вкус и пенную стойкость пива и играет очень важную роль для питания дрожжей. Чем больше белка, тем труднее проращивается зерно. Пиво из таких ячменей нестойкое. При солодоращении такое зерно саморазогревается, эндосперм плохо разрыхляется и увеличиваются потери экстрактивных веществ.

Содержание белка характеризует не только пищевую ценность зерна, но и его технологические свойства. Белки способны поглощать и удерживать большое количество воды. В состав зерна кроме белков входят также и небелковые азотистые вещества. Соотношение в зерне белковых и небелковых азотистых веществ изменяется при созревании, прорастании, саморазогревании и т.п. По мере созревания зерна количество небелковых азотистых веществ

уменьшается, а количество белковых возрастает. При прорастании, наоборот, под действием ферментов белковые вещества разлагаются до небелковых. При гнилом распаде белков в процессе порчи зерна могут появиться аммиак и амины. Поэтому повышенное содержание небелковых азотистых веществ в зерне свидетельствует или о незаконченных процессах созревания, или о порче зерна. К небелковым азотистым веществам относят также алкалоиды. Некоторые алкалоиды являются сильными ядами.

Количество белка в партиях зерна зависит от уровня агротехники, способов и техники уборки урожая, последующей обработки зерновых масс и правильности обращения с ними.

В зерне ячменя содержание сырого белка может составлять от 8 до 16%. У зерна пивоваренного ячменя лучше всего, когда этот показатель не превышает 11,5 %. Повышенное содержание белка зерна предназначенного для солодоращения нежелательно. При увеличении белка в зерне ячменя больше 12 %, вынуждает производителей зерна квалифицировать его только как фуражный. И, в крайнем случае, его можно сдать солодоперерабатывающим

предприятиям по ценам, значительно уступающим зерну, соответствующему требованиям пивоваренного ячменя [1,2].

Иногда зерно с содержанием белка до 12,5 процентов идет на приготовление темных сортов пива. В этом случае продукты распада белка придают пиву цвет и аромат. Производители так неохотно принимают ячмень с повышенным содержанием зерна, потому что такое зерно обладает: плохими показателями растворимости, а это приведет к удорожанию солода;

из-за нежелательного выпадения осадка при охлаждении пива; недостаточной стабильности пива; повышенной потребности его в охлаждении; усложнения фильтрации; интенсивного окрашивания сусла; меньшей экстрактивности солода. Пивовары утверждают, что при повышении белка на 1 %, экстрактивность падает на 0,5 %. Чем выше содержание белка в зерне, тем больше потребуется солода для получения необходимого показателя экстрактивности начального сусла.

**Таблица 3. Специфические показатели качества зерна ячменя  
белок, мелкие зерна, крупность, способность к прорастанию, жизнеспособность, масса 1000 зерен**

Сорт	Белок, %	Мелкие зерна, %	Крупность, %	Жизнеспособность, %	Способность к прорастанию, %	Масса 1000 зерен
Вакула	10,7	2,7	85,0	90,0	95,6	46,9
Гелиос	10,2	1,3	84,2	96,0	96,8	45,3

В наших исследованиях белок у изучаемых сортов ячменя составил 10,7% у сорта Вакула и 10,2 % у сорта Гелиос УА (табл.3). Согласно нормативным документам зерно пивоваренного ячменя не должно иметь белка более 12 %. Как мы упоминали выше, производители солода предпочитают приобретать зерно ячменя с содержанием белка не выше 11,5 %. В наших исследованиях этому требованию соответствовали оба сорта.

В результате проведенных исследований нами было установлено, что сорта имели показатели по белку ниже 12%, и могли быть использованы на пивоваренные цели.

Крупность зерна играет важную роль при характеристике технологических свойств. Крупными считаются зерновки ячменя размером более 2,5 мм. Определение крупности происходит после просеивания зерна ячменя с периодическим встряхиванием в течение пяти минут на ситах размером 2,5-2,8 мм. Крупность должна быть не менее 90 % от общего количества зерна [4].

Высокая крупность зерна ячменя пивоваренного обеспечивает высокий выход экстракта. Наличие зерна одного размера и формы приводит к равномерному водопотреблению, проращиванию и растворению ячменя. Зерно ячменя размером более 2,8 мм считается отборным. С технологической точки зрения наилучшими ячменями

являются, легко прорастающие и теряющие при этом наименьшее количество веществ. Равномерно замачиваться и прорасти будут зерна одинаковых размеров. Принято разделять зерна по трем размерам (по толщине зерна): 2,8 мм, 2,5 мм, 2,2 мм [4].

Форма зерна пивоваренного ячменя должна быть круглой, бочкообразной. Именно такое зерно обладает высокой энзиматической активностью и растворимостью, а также высоким содержанием экстракта. Плоское зерно и зерно с широкой и глубоко центральной бороздкой являются следствием возможных дефектов строения. У такого зерна содержание белка будет выше, чем у выпуклого зерна бочкообразной формы [5].

Причины, приводящие к неоднородности зерна в партии по крупности и форме, общеизвестны: особенности формирования зерна в колосе, расположение соцветий на растении, агротехнология. При переработке выравненного зерна выход продуктов и качество их будет выше. При хорошей выравненности зерна выше качество солода.

Изучаемые сорта отличались достаточно высокими параметрами показателя крупность зерна. Но, несмотря на это одному из них – Гелиос УА до показа первого класса не хватило 0, 8 %, поэтому по данному показателю он был отнесен ко второму классу. А у сорта Вакула крупность

зерна была равна 85% и по данному показателю он был отнесен к первому классу.

Нами так же было установлено, что исследуемые сорта ячменя, по крупности и содержанию мелкого зерна, соответствовали первому классу и второму классу (табл. 3).

Показатели жизнеспособности и способности к прорастанию нормируются для партий ячменя, предназначенных для получения солода. Стандартом предусмотрено, что показатель способности к прорастанию должен быть не менее 95% для первого класса и не менее 90% - для второго. Проведенные исследования позволили определить, что оба сорта ячменя по показателю жизнеспособности соответствовали требованиям, предъявляемым к зерну пивоваренного ячменя первого или второго класса.

В ходе наших исследований было определено, что к первому классу можно отнести сорт Гелиос УА, так как его жизнеспособность составила 96 %, а сорта Вакула она была 90 %, что и послужило тем, что по данному признаку он был отнесен ко второму классу.

Способность к прорастанию (процент проросших зерен) определяют на пятые сутки проращивания. Свежеубранные, неотлежавшиеся зерновки ячменя и ячменя убранные в сырую погоду, плохо прорастают. Поэтому свежесобранный ячмень хранят на складе 2-3 мес. После этого его можно использовать для солодоращения. В нашем опыте способность к прорастанию у обоих сортов была выше 95 %, а это значит, что они соответствовали по этому показателю первому классу (табл. 3).

Масса 1000 зерен имеет большое значение, как показатель полноценности зерна. Нормальная масса 1000 зерен хорошего двухрядного ячменя равно примерно 40 г. Ячмени, имеющие массу 1000 зерен до 40г, считаются легкими, до 44 г – средними, более 45 г – тяжелыми. Семена тяжелые, как правило, полноценнее, чем семена легковесные. Поэтому наряду со способностью к прорастанию необходимо обращать внимание на этот показатель. В наших исследованиях масса 1000 зерен была высокой и варьировала в пределах от 45,3 до

46,9 г. Минимальной она была у сорта Вакула. Максимальной масса 1000 зерен сформировалась у сорта Гелиос УА (табл. 3).

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что изучаемые сорта, имеющие лучшие технологические свойства, а именно небольшое количество мелких зерен, крупность, способность к прорастанию, жизнеспособность сорта имели и высокие параметры массы 1000 зерен.

Таким образом, сорта Вакула и Гелиос УА имели обязательные и дополнительные показатели качества зерна, которые полностью соответствовали нормативным показателям пивоваренного ячменя, по основным показателям технологических свойств зерна их можно отнести к первому классу. Лимитирующим показателем, который стал причиной присвоения изучаемым сортам ячменя пивоваренного второго класса, была крупность и жизнеспособность. Именно они и послужили причиной тому, что изучаемые сорта соответствовали второму классу. Организационно-хозяйственную работу необходимо начинать с разработки конкретных планов и мероприятий по увеличению производства пивоваренного ячменя, в которых должны быть предусмотрены: сорта, предшественники, целенаправленная агротехника, защита посевов от вредителей и болезней, уборка, подработка и формирование однородных по качеству партий зерна на токах, организация продажи зерна потребителю.

Получение качественного сырья для пивоваренной промышленности обеспечивается сочетанием нескольких факторов – экономических, биологических, агротехнических, технологических и др. В частности: местный пивоваренный сорт, выращивание его в соответствующих агротехнических условиях, качественная и своевременная уборка урожая и т.д.

Поэтому в условиях Белгородской области на пивоваренные цели можно возделывать наряду с общепринятыми сортами двухрядного ячменя и сорта многорядного: Вакула и Гелос УА. Переработка зерна ячменя данных сортов обеспечит получение качественного солода и вкусного пива.

### Библиография

1. ГОСТ Р 5060-86. Ячмень пивоваренный. Технические условия. - Введ. 01.07.88, -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. - 5 с.
2. ГОСТ Р 28672-90. Ячмень. Требования при заготовках и поставках - Введ. 01.07.91, -М.: Издательство стандартов, 1990. - 8 с.3.
3. Сидельникова Н.А. Технологические свойства ячменя//Современные проблемы науки и образования. -2014.- № 6.
4. Сидельникова Н.А. Мониторинг технологических свойств зерновых культур//Современные проблемы науки и образования. -2015.- № 2; URL: [www.science-education.ru/129-23046](http://www.science-education.ru/129-23046).
5. Сидельникова Н.А. Показатели качества зерновых культур // Международный научно-исследовательский журнал «Успехи современной науки и образования».- №12, Том 9. 2016.
6. Сидельникова Н.А., Смуров С.И., В.В. Смирнова, Т.А. Шмайлова, Э.Н. Иванов Изучение показателей сортов ячменя // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции (Белгород, 23-25 мая 2016 г.). Том 1.-Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016.-С 297-299.

### References

1. GOST R 5060-86. Yachmen pivovarennii. Tehnicheskie uslovia. – Vved. 01.07.88, -M.: IPK Izdatelstvo standartov, 2001. - 5 s.
2. GOST R 28672-90. Yachmen. Trebovania pri zagotovkah i postavkah. – Vved. 01.07.91, -M.: Izdatelstvo standartov, 1990. - 8 s.
3. Sidelnikova N.A. Tehnologicheskie svoistva yachmenya//Sovremennie problemi nauki i obrazovaniya. – 2014.- № 6.
4. Sidelnikova N.A. Monitoring tehnologicheskikh svoistv zernovih kultur // Sovremennie problemi nauki i obrazovaniya. – 2015. - № 2; URL: [www.science-education.ru/129-23046](http://www.science-education.ru/129-23046).
5. Sidelnikova N.A. Pokazateli kachestva zernovykh kultur // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal «Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya».- №12, Tom 9. 2016.
6. Sidelnikova N.A., Smurov S.I., V.V. Smirnova, T.A. Shmaylova, E.N. Ivanov. Izuchenie pokazateley sortov yachmenya // Problemy i perspektivy innovatsionnogo razvitiya agrotekhnologiy. Materialy XX Mezhdunarodnoy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii (Belgorod, 23-25 maya 2016 g.). Tom 1.-Belgorod: Izdatelstvo FGBOU VO Belgorodskiy GAU, 2016.-S 297-299.

### Сведения об авторах

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

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](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

### Information about authors

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

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](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

УДК 633.11(470.325)

*В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова, И.В. Кулишова*

## ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, занимающая значительный удельный вес в структуре посевов, среди возделываемых зерновых культур в Черноземье. Зерно озимой пшеницы служит одним из основных источников пищи для населения и используется для хлебопечения, макаронной и кондитерской промышленности. Современные сорта озимой пшеницы обладают достаточно высокими потенциальными возможностями по урожайности. Но генетический потенциал высокопродуктивных сортов используется в производственных условиях на 30-50 %. Поэтому проблема сочетания высокого урожая с высоким качеством зерна остается одной из самых важных на сегодня. Хлебопекарные свойства зерна пшеницы характеризуются следующими показателями: массовая доля сырой клейковины и ее качество, стекловидность и натура зерна, число падения и т.д. В соответствии с этими показателями зерно пшеницы подразделяют на классы: первый, второй, третий, четвертый и пятый. Зерно первых четырех классов может использоваться на продовольственные цели, а зерно пятого класса – на кормовые.

**Ключевые слова:** зерно, озимая пшеница, качество, количество и качество клейковины, натура, стекловидность, число падения.

### FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

**Abstrakt.** Winter wheat – the major food crop occupying considerable specific weight in structure of crops among the cultivated grain crops in the Black Earth. Grain of a winter wheat serves one of the main sources of food for the population and is used for a bakery, the macaroni and confectionery industry. Modern grades of a winter wheat have rather high potential potential on productivity. But the genetic potential of highly productive grades is used under production conditions for 30-50%. Therefore the problem of a combination of a big crop with high quality of grain remains to one of the most important for today. Baking properties of seed of wheat are characterized by the following indicators: mass fraction of crude gluten and its quality, steklovidnost and nature of grain, falling number, etc. According to these indicators seed of wheat is subdivided into classes: the first, the second, the third, fourth and fifth. Grain of the first four classes can be used on the food purposes, and grain of the fifth class – on fodder.

**Keywords:** grain, winter wheat, quality, quantity and quality of gluten, nature, steklovidnost, falling number.

В увеличении производства продовольственного зерна в Белгородской области озимая пшеница имеет первостепенное значение. Посеянная в конце лета, она эффективно использует осадки осенне-зимнего периода. С наступлением устойчивого тепла весной культура быстро наращивает вегетативную массу и меньше, чем яровая пшеница, страдает от весенней засухи. Более раннее созревание озимой пшеницы ограждает её от суховея. Ранняя уборка позволяет тщательно подготовить почву, и потому она – прекрасный предшественник для последующих культур в севообороте.

Основная роль для получения высоких урожаев высококачественного зерна отводится использованию высокопродуктивных сортов. По данным российских и иностранных ученых, вклад сорта в достигнутый уровень урожайности, составляет 30-40 % [1,2].

Озимая пшеница является основной культурой, зерно которой используется на

продовольственные цели для хлебопечения, макаронной и кондитерской промышленности. В Центрально-Черноземном регионе именно озимая пшеница занимает значительную долю в структуре посевных площадей.

Современные сорта озимой пшеницы обладают достаточно высокими потенциальными возможностями по урожайности. Но генетический потенциал высокопродуктивных сортов используется в производственных условиях на 30-50 %. Поэтому проблема сочетания высокого урожая с высоким качеством зерна остается одной из самых важных на сегодня.

Для выработки муки высокого качества требуется качественное сырье. За последние 10 лет в России наблюдается тенденция снижения качества зерна пшеницы: в основном преобладает зерно 4 и 5 классов, а иногда даже из зерна 3 класса трудно получить муку, отвечающую требованиям ГОСТа [3].



Основным фактором, влияющим на качество зерна пшеницы, являются наследственные особенности сорта. Поэтому при выращивании данной культуры очень важно подбирать сорта с учетом районирования. Правильный выбор сорта определяет устойчивость озимой пшеницы в экстремальных погодных условиях (суровые зимы, засухи, болезни) и позволяет получить 20-25 % прироста урожая.

Целью данных исследований является изучение урожайности и технологических

качеств зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в Белгородской области.

Объектами исследований являются сорта озимой пшеницы: Альмера, Белгородская 16, Майская юбилейная, Д-9, Белгородская 12. Данные исследования проведены в УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского ГАУ. В таблице 1 приведены данные об урожайности зерна озимой пшеницы данных сортов в среднем за 2016-2017 года.

**Таблица 1. Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Урожайность, т/га		Среднее
	2016	2017	
Альмера (St)	4,93	5,94	5,44
Белгородская 16	4,95	6,76	5,86
Майская юбилейная	4,99	5,85	5,42
Д-9	4,97	5,90	5,44
Белгородская 12	4,92	6,76	5,84
НСР <sub>05</sub>	0,7	1,1	0,9

Исследования показали, что наибольшую урожайность зерна сформировали сорта озимой пшеницы Белгородская 16 и Белгородская 12. Их урожайность превысила урожайности сорта Альмера, который является стандартом, на 7 %. Урожайность сортов Майская юбилейная и Д-9 находится на уровне сорта Альмера.

Хлебопекарные свойства зерна пшеницы характеризуются следующими показателями: массовая доля сырой клейковины и ее качество, стекловидность и натура зерна, число падения и т.д. В соответствии с этими показателями зерно пшеницы подразделяют на классы: первый, второй, третий, четвертый и пятый (табл. 2). Зерно первых четырех классов может использоваться на продовольственные цели, а зерно пятого класса – на кормовые.

По всем обязательным показателям качества-свежести и зрелости, массовой доли влаги, содержанию примесей, зараженности- зерно исследуемых сортов пшеницы полностью соответствовало нормам ГОСТ Р 52554-2006 для первого товарного класса. Цвет и внешний вид зерна могут изменяться при неблагоприятных условиях выращивания и нарушениях в технологических приемах обработки и хранения.

В результате процессов, приводящих к разложению химических веществ, входящих в состав зерна или вследствие его сорбционных свойств зерно может приобрести посторонние запахи, что расценивается как фактор, ухудшающий качество зерна.

Цвет зерна был свойственный здоровому зерну, запах также соответствовал здоровому зерну пшеницы, без плесневого, солодового и других посторонних запахов.

Влажностью зерна называют количество содержащейся в зерне гигроскопической воды, выраженное в процентах к массе зерна вместе с примесями.

Содержание влаги в свежубранном зерне зависит от степени его зрелости, гигроскопических свойств зерна и характера погоды во время уборки. При транспортировке и хранении зерновой массы влажность ее может меняться, так как происходит влагообмен между зерновой массой и соприкасающимся с ней воздухом.

Засоренностью зерна называется количество примесей, выявленных в партии зерна, выраженное в процентах от ее массы. Примеси подразделяются на сорную и зерновую, так как влияние примесей на качество продуктов, вырабатываемых из данной партии зерна, неравнозначно.

Сорная примесь – это примесь органического и неорганического происхождения, которая резко отличается по химическому составу от основного зерна и подлежит удалению при использовании зерна по целевому назначению.

Зерновая примесь – это примесь, которая в меньшей степени отличается по химическому составу от основного зерна и поэтому оказывает меньшее отрицательное влияние на качество продуктов переработки зерна и его кормовые достоинства. Состав сорной и зерновой примесей установлен ГОСТ Р 52554-2006.

Влажность зерна за исследуемый период 2016-2017 гг. находилась в пределах

12,0-13,0%, содержание сорной примеси в среднем составило 1,1-1,6 %, содержание зерновой примеси 3,2-4,5 %, зараженность вредителями хлебных запасов отсутствовала. Значения данных показателей полностью соответствовали требованиям ГОСТ Р 52554-2006 для первого товарного класса.

Из технологических показателей зерна, которые в первую очередь характеризуют его мукомольные и хлебопекарные свойства, определяли массовую долю сырой клейковины, массовую долю белка, натуру и число падения. Определение проводили непосредственно после уборки по методикам, предусмотренным ГОСТами.

**Таблица 2. Классы зерна мягкой пшеницы (по ГОСТ Р 52554-2006)**

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма				
	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый
Состояние	В здоровом негреющемся состоянии				
Цвет	Свойственный здоровому зерну				
Запах	Свойственный здоровому зерну пшеницы, без плесневого, солодового и других посторонних запахов				
Массовая доля белка, %, на сухое вещество, не менее	14,5	13,5	12,0	10,0	Не ограничивается
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	32,0	28,0	23,0	18,0	Не ограничивается
Качество сырой клейковины, единицы прибора ИДК, не ниже: группы I группы II	45-75 -	45-75 -	- 20-100	- 20-100	Не ограничивается
Число падения, с, не менее	200	200	150	80	Не ограничивается
Стекловидность, %, не менее	60	60	40	Не ограничивается	
Натура, г/л, не менее	750	750	730	710	Не ограничивается
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Сорная примесь, %, не более	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0
Зерновая примесь, %, не более	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени				

В связи с суровыми климатическими условиями в Российские стандарты на зерно и муку, как обязательные, включены такие технологически значимые признаки как количество и качество клейковины, и число падения. Это позволяет при торговых

операциях сразу же выделить зерно, пригодное на продовольственные цели, так как количество и качество клейковины характеризует белковый комплекс пшеницы, а число падения отражает состояние углеводного комплекса пшеницы и выработанной из них муки. Определение этих признаков свойственно только для России.

В соответствии с ГОСТ Р 54478-2011, клейковина зерна представляет собой комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. При определении количества клейковины также оценивают и ее качество. Количество сырой клейковины представляет собой отношение массы отмытой сырой клейковины к массе анализируемой пробы размолотого зерна при его влажности не более 18 %, выраженное в процентах. Качество клейковины представляет собой совокупность реологических свойств (растяжимость, упругость, эластичность), обуславливающих величину деформации сжатия четырехграммового шарика клейковины, выраженная в условных единицах прибора ИДК [4].

В США для определения класса пшеницы достаточно знать содержание белка. Это обусловлено благоприятными условиями выращивания этой культуры по всей территории страны: мягкая зима, теплая весна, жаркое лето с достаточными по количеству и времени дождями, стабильная

по годам погода, минимальные повреждения насекомыми и болезнями, отсутствие клопа-черепашки. Показатель содержания белка не включен в стандарт и определяется в США лишь по запросу покупателя зерна.

В результате этого, у выращенного зерна сохраняется относительно постоянное качество, и соотношение между содержанием белка и клейковиной практически одинаковое по годам и составляет приблизительно 2:1. В российской пшенице, выращенной в разных регионах страны, практически отсутствует корреляция между содержанием клейковины и содержанием белка. По данным ВНИИЗ это соотношение колеблется в диапазоне 0,4-2,4 [5].

Определение массовой доли клейковины и ее качества позволяет при торговых операциях сразу же выделить зерно, пригодное на продовольственные цели, так как данные показатели характеризуют белковый комплекс пшеницы.

В таблице 3 приведены данные о массовой доле сырой клейковины в зерне озимой пшеницы исследуемых сортов.

**Таблица 3. Массовая доля сырой клейковины в зерне сортов озимой пшеницы, % (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Массовая доля, %		Среднее
	2016	2017	
Альмера(St)	33,6	26,9	30,3
Белгородская 16	28,7	23,4	26,05
Майская юбилейная	26,8	30,3	28,6
Д-9	24,7	32,7	28,7
Белгородская 12	18,6	32,6	25,6

Среди анализируемых сортов озимой пшеницы наибольшее количество клейковины в зерне было у сорта Альмера, который является стандартом – 30,3 %. Другие сорта по данному показателю имели наименьшие значения, что особенно проявилось у сорта Белгородская 12 – на 15,5 % меньше, чем у сорта Альмера. У Белгородской 16 – на 14 % меньше, у Майской

юбилейной – на 5,6 %, у Д-9 – на 5 % .При анализе качества зерна пшеницы внимание должно уделяться не только количеству клейковины, но и ее качеству. Качество клейковины - совокупность ее физических свойств: упругость, растяжимость и эластичность. Данные о качестве клейковины приведены в таблице 4.

**Таблица 4. Качество сырой клейковины в зерне сортов озимой пшеницы, ед. прибора ИДК (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Качество, ед. пр. ИДК		Среднее	Группа качества	Характеристика
	2016	2017			
Альмера(St)	79,9	89,0	84,5	II	Удовлетворительно слабая
Белгородская 16	100,0	80,3	90,2	II	Удовлетворительно слабая
Майская юбилейная	82,0	91,1	86,6	II	Удовлетворительно слабая
Д-9	109,3	98,6	103,9	III	Удовлетворительно слабая
Белгородская 12	97,4	95,5	96,5	II	Удовлетворительно слабая

Только перспективный сорт Д-9 имел качество клейковины III группы качества, характеризующейся как «неудовлетвори-

тельно слабая». Ниже в таблице 5 приведены данные о массовой доле белка в зерне изучаемых сортов озимой пшеницы, в %.

**Таблица 5. Массовая доля белка в зерне сортов озимой пшеницы, % (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Количество, %		Среднее
	2016	2017	
Альмера(St)	10,51	11,70	11,12
Белгородская 16	12,08	10,44	11,26
Майская юбилейная	12,47	13,03	12,75
Д-9	11,54	11,24	11,39
Белгородская 12	10,74	11,44	11,09

Из данных таблицы видно, что наибольшее количество белка в зерне содержит сорт Майская юбилейная – на 14 % превышает количество белка у сорта Альмера. У сорта Белгородская 16 на 1 % больше, у Д-9 – на 2 % больше. И только у Белгородской 12 – на 1 % меньше.

Натура (масса в гектолитрах) – обязательный показатель качества зерна. Этот показатель используется в качестве критерия при установлении цены и пригодности зерна к отправке его на продажу. Нет прямого соотношения между нормой переработки и натуральной массой зерна.

На величину натуры в состоянии свободного уплотнения влияют форма, характер поверхности и влажность зерна, его выравненность и температура, вид и количество

примесей. Зерна округлой формы или с гладкой поверхностью укладываются плотнее, чем удлиненные или с шероховатой поверхностью. При повышенной влажности натура зерна уменьшается. Органические примеси уменьшают натуру, а минеральные увеличивают. Далее, в таблице 6, приведены показатели натуры исследуемых сортов. Из пяти анализируемых сортов самый высокий показатель натуры отмечен у зерна сорта Белгородская 16, что выше данного показателя в зерне сорта стандарта на 2 %. Натура сорта Майская юбилейная также превышает показатель сорта Альмера, но совсем незначительно – менее 1 %. Сорта Д-9 и Белгородская 12 имеют массу 1 литра меньше, чем у сорта Альмера – на 4 % и 5 % соответственно.

**Таблица 6. Натура зерна сортов озимой пшеницы, г/л (2016-2017 гг.)**

Сорт	Значение, г/л		Среднее
	2016	2017	
Альмера(St)	744	851	797,5
Белгородская 16	798	824,75	811,4
Майская юбилейная	772	825,5	798,8
Д-9	711	819	765,0
Белгородская 12	710	805,5	757,8

Стекловидность является тем показателем технологических свойств зерна пшеницы, который определяет режим под-

готовки его к помолу. Стекловидность характеризует структурно-механические свойства эндосперма и сопротивляемость зерна разрушающим усилиям.

**Таблица 7. Стекловидность зерна сортов озимой пшеницы, % (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Стекловидность, %		Среднее
	2016	2017	
Альмера(St)	32,5	38,5	35,5
Белгородская 16	57,0	53,5	55,3
Майская юбилейная	32,5	53,0	42,8
Д-9	40,2	49,0	44,6
Белгородская 12	45,0	45,0	45,0

Она влияет также на интенсивность измельчения зерна и на качество эндосперма зерна. В стекловидном зерне пшеницы белка больше, чем в менее стекловидном, поэтому, чем больше белка, тем выше стекловидность зерна. Стекловидное зерно вымалывается лучше, чем мучнистое и дает больший выход крупок.

От массы 1000 зерен зависят технологические свойства пшеницы. К примеру, было установлено, что уменьшение массы 1000 зерен сопровождалось снижением стекловидности. По мере снижения массы 1000 зерен также снижалось количество клейковины и значительно снижался выход муки. Масса 1000 зерен пшеницы приведена в таблице 8.

**Таблица 8. Масса 1000 зерен пшеницы, г (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Масса 1000 семян, г		Среднее
	2016	2017	
Альмера(St)	42,3	45,3	43,8
Белгородская 16	41,3	46,0	43,7
Майская юбилейная	45,7	56,1	50,9
Д-9	45,9	46,9	46,4
Белгородская 12	43,1	58,0	50,5

Среднее значение массы 1000 зерен за период 2016-2017 гг. находилось в пределах 43,7-50,9 г. Наибольшие значения данного показателя были отмечены у сортов Майская Юбилейная и Белгородская 12. Число падения характеризует  $\alpha$ -амилазную активность зерна и продуктов его переработки. Зерно пшеницы считают полноценным при ЧП 151-201 с (средняя и низкая активность  $\alpha$ -амилазы). Если содержание

клейковины не менее 25 % I группы качества. Зерно с высокой активностью  $\alpha$ -амилазы при ЧП 80-150 с подсортировывают к полноценному в количестве 10-20 %. При ЧП менее 80 с его применяют только в комбикормовой промышленности или на технические цели [6].

В таблице 9 приведены значения числа падения зерна изучаемых сортов озимой пшеницы.

**Таблица 9. Число падения зерна сортов озимой пшеницы (2016-2017 г.г.)**

Сорт	Значение, с		Среднее
	2016	2017	
Альмера(St)	220	403	312
Белгородская 16	235	292	263
Майская юбилейная	230	272	251
Д-9	220	280	250
Белгородская 12	230	285	257

Значения числа падения в зерне исследуемых сортов пшеницы находились в интервале 250-312 с. Наибольшее время свободного падения шток-мешалки было отмечено у сорта Альмера. У сортов Белгородская 16, Майская юбилейная, Д-9 и Белгородская 12 число падения меньше, чем у сорта стандарта на 16%, 20%, 20 % и 18 % соответственно.

Таким образом, среди исследуемых сортов озимой пшеницы, выращиваемых в Белгородской области, наибольшую урожайность сформировал сорт Белгородская 16. Однако, наилучшее качество зерна было отмечено у сортов Майская юбилейная и

Белгородская 16 – в соответствии с требованиями ГОСТ 52554 – 2006 «Пшеница. Технические условия» зерно этих сортов можно было отнести к 3 товарному классу.

Зерно пшеницы сортов Альмера и Белгородская 12 было отнесено к 4 товарному классу, ухудшающими показателями выступили массовая доля белка, массовая доля клейковины и стекловидность.

Зерно пшеницы сорта Д-9 в связи с низким качеством клейковины было отнесено к 5 товарному классу, который не используется на продовольственные цели.

### Библиография

1. Смирнова В.В. Влияние предшественников на урожайность сортов озимой пшеницы, технологические качества зерна и их изменение при хранении: автореферат дис. ... канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Смирнова В.В.; БелГСХА. – Белгород, 2007. – 19 с.
2. Сидельникова Н.А. Совершенствование интенсивных технологий возделывания зерновых культур в ЦЧЗ / Н.А. Сидельникова, Л.Г. Гавриленко // Сборник научных трудов СХИ.-Белгород, 1988.-111с.
3. ГОСТ Р 52554 – 2006. Пшеница. Технические условия. – Введ. 2007-07-01. – М.: Стандаринформ, 2006. – 13 с.
4. ГОСТ Р -2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.-Введ. 2013-01-01.М.: Стандаринформ, - 11 с.
5. Мартыянова А.И. Системы новых приборов и оборудования для объективной оценки качества и технологических достоинств товарного зерна и зернопродуктов/ А.И.Мартыянова, Е.П. Пищугина, Н.М. Царькова // Зерновое хозяйство.-2002.-№4.-С.24-26.
6. Научные основы повышения качества зерна озимой пшеницы в ЦЧР / Г.И. Уваров, В.Д. Соловиченко, С.И. Смуров и др. – Белгород: БелГСХА, 2009. – 128 с.

### References

1. Smirnova V.V. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' sortov ozimoy pshenicy, tekhnologicheskie kachestva zerna i ih izmenenie pri hranenii: avtoreferat dis. ... kand.s.-h. nauk: 06.01.09 / Smirnova V.V.; BelGSKHA. – Belgorod, 2007. – 19 s.
2. Sidel'nikova N.A. Sovershenstvovanie intensivnyh tekhnologij vzdelyvaniya zernovyh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnyh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – М.: Standartinform, 2006. – 13 s.
- 4.GOST R -2011. Zerno. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny v pshenice.-Vved. 2013-01-01.М.: Standartinform, - 11 s.
5. Mart'yanova A.I. Sistemy novyh priborov i oborudovaniya dlya ob'ektivnoj ocenki kachestva i tekhnologicheskikh dostoinstv tovarnogo zerna i zernoproduktov/ A.I.Mart'yanova, E.P. Pishchugina, N.M. Car'kova // Zernovoe hozyajstvo.-2002.-№4.-S.24-26.
6. Nauchnye osnovy povysheniya kachestva zerna ozimoy pshenicy v CCHR / G.I. Uvarov, V.D. Solovichenko, S.I. Smurov i dr. – Belgorod: BelGSKHA, 2009. – 128 s.

### 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](mailto: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](mailto: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.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ И ЗООТЕХНИИ

УДК 619:618.11:615.368:636.2

*Н.В. Безбородов, В.М. Бреславец, В.Н. Романенко, О.Б. Лаврова, В.Н. Позднякова*

### ЛЕЧЕНИЕ КОРОВ С ПЕРСИСТЕНТНЫМ ЖЕЛТЫМ ТЕЛОМ ЯИЧНИКА

**Аннотация.** После применения с целью комплексного лечения синтетических простагландина Ф2-альфа - энзапроста, аналога Гн-РГ – сурфагона, утеротоника гипофизина и тривитамина коровам с персистентным желтым телом яичника на 60-е сут после родов, оплодотворилось в течение сервис-периода (90 сут) 90,0% животных, что больше, чем в 1-й (контроль 1) группе здоровых в 2,2 раза и в 9 раз, чем во 2-й (контроль) группе больных коров. Применение препаратов на 60-е сут после родов способствует эффективной стимуляции повышения в крови нейтрофилов палочкоядерных, сегментоядерных, лимфоцитов, моноцитов и СОЭ в пределах нормы, как определяющих процессы инволюции и гомеостаз организма у коров после родов.

**Ключевые слова.** Лечение коров, послеродовой период, персистентное желтое тело, энзапрост, сурфагон, утеротоник гипофизин, тривитамин, показатели крови.

### TREATMENT OF COWS WITH PERSISTENT YELLOW BODY OF OVARY

**Abstract.** After administration of synthetic prostaglandin F2-alpha - enzaprost, Gn-RG analogue - surfagon, oxytocic hypophysin and trivitaminum to cows with persistent yellow body of ovary on the 60th day after parturition for the purpose of combination treatment, 90.0% of the animals were fertilized during the service period (90 days), which is in 2.2 times more than in the 1st group (control 1) of healthy cows and in 9 times more than in the second (control) group of sick cows. The administration of drugs on the 60th day after parturition promotes effective stimulation of increase of rod neutrophils, segmented neutrophils, lymphocytes, monocytes, and ESR within normal range in blood, which determines the processes of involution and homeostasis in cows after parturition.

**Keywords:** treatment of cows, postpartum period, persistent yellow body, enzaprost, surfagon, oxytocic hypophysin, trivitaminum, blood values.

В современных условиях ведения животноводства часто наблюдается снижение оплодотворяемости коров, увеличение случаев ранней гибели зародышей, удлинение межотельного периода, что сопровождается яловостью коров, снижением жизнеспособности приплода и увеличением отхода телят. Несвоевременное проведение профилактических мероприятий и ликвидация бесплодия коров приводит к снижению продуктивности, недополучению приплода, преждевременной выбраковке ценных животных [1,2,3,5,6,7]

В настоящее время разработаны и предложены производству различные методы определения функционального состояния яичников, предложены способы сокращения периода и бесплодия и восстановления половых циклов у коров после родов при использовании молочным коровам после отела различных препаратов, содержащих стимулирующие половую цикличность вещества, но вопрос повышения оплодотворяемости коров остается весьма актуальным [8,9,10,11].

Целью работы было совершенствование методов лечения коров с персистентным желтым телом яичников. Для проведения исследований сформировали группы коров по принципу пар – аналогов, согласно их физиологического состояния, возраста, продуктивности, живой массы и гинекологического обследования.

В две контрольные группы были подобраны здоровые коровы и коровы имеющие персистентные желтые тела яичников (больные коровы). В остальные опытные группы были отобраны животные, которые через 45 суток после отела не пришли в состояние половой охоты, то есть имели анафродизию и у которых ректальными исследованиями были выявлены активные персистентные желтые тела яичников.

В опытах было использовано 50 коров, подобранных в группы (n=10) по принципу пар-аналогов на которых были проведены исследования по следующей схеме (рис. 1).

Первая группа коров – интактные здоровые животные (контроль-1);

Вторая группа коров – интактные больные коровы имеющие персистентное

желтое тело яичников на 60-е сут после родов (контроль-2);

Третья группа коров – коровы с персистентным желтым телом яичников, которым вводили на 60-е сут после родов внутримышечно сурфагон в дозе 50 мкг/гол/сут однократно и тривитамин в дозе 3,0 мл/гол/сут, трое суток, утеротоник гипофизин внутримышечно, в дозе 5,0 мл/гол/сут, двукратно через сутки.

Четвертая группа коров - животные с персистентным желтым телом яичников, которым внутримышечно вводили простагландин энзапрост в дозе 5,0 мл/гол/сут, однократно на 60-е сут после родов, а так же тривитамин в дозе 3,0 мл/гол/сут, трое суток и утеротоник гипофизин внутримышечно, в дозе 5,0 мл/гол/сут, двукратно через сутки.

Пятая группа коров – животные с персистентным желтым телом яичников, которым вводили на 60-е сут после родов внутримышечно энзапрост в дозе 5,0 мл/гол/сут, однократно, сурфагон дозе 50 мкг/гол/сут однократно, а так же тривитамин в дозе 3,0 мл/гол/сут, трое суток и гипофизин внутримышечно, в дозе 5,0 мл/гол/сут, двукратно через сутки.

Кровь для проведения лабораторных исследований в каждой группе (n=6) отбирали у коров из яремной вены – 1-й раз на 1-е сутки, до введения препаратов (60-е сут после отела), 2-й раз через 20 сут (80-е сут после отела).

У коров всех исследуемых групп контролировали время прихода в охоту и количество осеменений.

В периферической крови исследовали: показатели общего гематологического анализа крови и лейкограмму по общепринятым методикам [ 4 ].

Результаты исследований обработаны статистически при помощи ПК, программ Microsoft office excel с использованием критерия Стьюдента. Разницы между значениями считали статистически достоверными при: \* - p<0,05; \*- p<0,01; \*\*\* - p<0,001 по сравнению с предыдущим показателем внутри каждой из групп коров.

Результаты проведенных исследований показали (Табл.1), что в 1-й группе здоровых коров (контроль1) появление половой цикличности в течение сервис-периода (90 сут) отмечено у 80,0% коров.

**Таблица 1. Результаты лечения коров с персистентным желтым телом яичника**

Группа вводимые препараты	Кол-во коров	Появление половой цикличности, гол (%)	Количество осеменений после введения препаратов, гол.			Количество оплодотворенных коров, (%)	Индекс осеменения
			1	2	3		
Здоровые коровы (контроль 1)							
1.Интактные здоровые коровы (контроль 1)	10	8(80,0)	2	1	1	4(40,0)	1,7
Коровы с персистентным желтым телом яичника							
2.Интактные больные коровы (контроль 2)	10	2(20,0)	1	1	-	1(10,0)	3,0
3.Сурфагон+ гипофизин+ тривитамин	10	6(60,0)	3	3	1	5(50,0)	2,4
4.Энзапрост+ гипофизин+ тривитамин	10	8(80,0)	3	4	1	8(80,0)	1,7
5.Энзапрост+ сурфагон+ гипофизин+ тривитамин	10	9(90,0)	5	2	2	9(90,0)	1,6

По одному разу осеменяли 2 коровы, по два раза 1 корову и по три раза так же 1 корову. Таким образом, индекс осеменения по группе составил 1,7 (кол-во затраченных

осеменений : кол-во оплодотворенных коров). количество оплодотворенных животных по группе было равно 40,0%.



Во 2-й группе коров, где были интактные больные коровы (контроль 2), половая цикличность появилась у 20,0% коров. Из них по одному разу осеменяли 1 корову и по два раза так же 1 корову. Индекс осеменения был равен по группе 3,0. Оплодотворилось 10,0% животных.

В 3-й группе коров, где применяли для лечения сурфагон, гипофизин и тривитамин, половую цикличность проявило 60,0% животных. Из них по одному разу осеменяли 3 коровы, по два раза так же 3 коровы и по три раза 1 корову. Индекс осеменения был равен 2,4. Оплодотворилось 50,0% коров.

У коров 4-й группы, где применяли введение энзапроста, гипофизина и тривитамина, проявило половую цикличность 80,0% коров в группе. По одному разу осеменяли 3 коровы, по два раза 4 и по три раза 1 корову. Индекс осеменения составил 1,7. Оплодотворилось 80,0% коров.

В 5-й группе коров, где для лечения применяли энзапрост, сурфагон, гипофизин и тривитамин, проявило половую цикличность 90,0% коров и оплодотворилось так же 90,0% животных, при индексе осеменения 1,6.

Таким образом, наиболее лучшая эффективность лечения коров с персистент-

ным желтым телом яичников была отмечена в 5-й группе коров, где применяли комплексное лечение энзапростом, сурфагоном, гипофизином и тривитаминном. При наибольшей оплодотворяемости коров после лечения равной 90%, индекс осеменения был наименьшим – 1,6.

Результаты проведенного общего гематологического анализа крови исследуемых коров (Табл.2) после применения различных вариантов лечения показали, что наиболее активно стимуляция обменных процессов и нормализации гомеостаза выражена в 5-й группе коров, где для лечения применяли энзапрост, сурфагон, гипофизин и тривитамин. В группе отмечено повышение к 20-м сут после начала лечения в пределах нормы содержания эритроцитов, гемоглобина и СОЭ и снижение количества лейкоцитов.

Полученные результаты динамики отдельных видов лейкоцитов (Табл.3) показали, что наибольший стимулирующий процессы гемостаза, а так же антибактериальный эффект отмечен после курса лечения в 5-й группе коров, где к 20-м сут после начала лечения отмечено достоверное повышение до нормы количества нейтрофилов палочкоядерных, сегментоядерных и лимфоцитов.

**Таблица 2. Динамика показателей общего гематологического анализа**

Показатели	Группа, n=5	Взятия крови после лечения		
		1 (до лечения)	2 (на 10-е сут)	3 (на 20-е сут)
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$ (норма 5,0 – 7,5 $\times 10^{12}/л$ )	1к	4,85±0,28	4,60±0,22	4,50±0,1
	2к	5,7±0,4	5,63±0,15	6,8±0,02
	3	5,27±0,4	4,52±0,2	5,13±0,11
	4	4,51±0,13	4,10±0,4	4,32±0,12
	5	5,24±0,12	5,34±0,11	5,52±0,02*
Лейкоциты, $\times 10^9/л$ (норма 4,5 – 12,0 $\times 10^9/л$ )	1к	7,3±1,0	7,24±0,43	8,14±0,32
	2к	6,58±0,53	8,22±0,21	9,3±0,2
	3	7,3±0,51	6,22±1,1	5,44±1,3
	4	7,46±0,54	6,59±0,4	7,92±0,22
	5	6,5±0,53	6,0±0,31	5,1±0,52
Гемоглобин, ммоль/л (норма 5,6-8,7 ммоль/л)	1к	8,5±0,41	8,4±0,5	8,9±0,45
	2к	8,1±0,13	8,6±0,12	8,1±0,03*
	3	8,7±0,32	9,0±0,05	8,1±0,06
	4	8,3±0,21	8,3±0,46	8,1±0,06
	5	8,2±0,33	8,8±0,62	9,0±0,55
СОЭ, мм/час (норма 0,5-1,5 мм/час)	1к	1,52±0,3	0,78±0,1	0,83±0,03
	2к	0,52±0,21	1,3±0,02	1,1±0,03
	3	1,18±0,60	0,68±0,22	0,44±0,3
	4	0,7±0,21	0,9±0,13	1,1±0,03
	5	0,6±0,18	0,8±0,12	1,3±0,05*

**Таблица 3. Лейкограмма коров**

Показатели	Группа, n=5	Взятия крови после родов		
		1 (до лечения)	2 (на 10-е сут)	3 (на 20-е сут)
Нейтрофилы палочко-ядерные, % (норма 2-5%)	1к	4,90±1,33	1,30±0,48*	2,30±0,23
	2к	3,2±0,65	2,8±0,65	3,2±0,58
	3	3,10±0,7	1,30±0,41	1,60±0,30
	4	2,50±0,63	1,30±0,52	1,20±0,01
	5	3,40±2,33	1,10±0,34	2,50±0,23**
Нейтрофилы сегментоядерные, % (норма 20-35%)	1к	365,0±3,84	36,30±6,43	35,20±1,12
	2к	42,81±4,76	27,10±2,52*	33,50±0,23
	3	42,46±2,33	45,82±2,53	35,31±1,35
	4	43,5±2,67	44,2±2,7	38,5±1,82
	5	44,31±2,3	32,03±2,5**	44,10±1,33
Эозинофилы, % (норма 3-8%)	1к	1,71±0,26	3,12±0,68	6,38±0,46
	2к	1,8±0,31	2,45±0,41	5,77±0,55
	3	2,55±0,95	3,70±0,81	7,22±0,21
	4	1,53±0,25	7,40±1,81	5,11±0,41
	5	2,31±0,52	5,04±1,04	7,10±0,001
Моноциты, % (норма 2-7%)	1к	4,70±0,23	2,41±0,95	2,35±0,20
	2к	3,31±0,35	3,75±0,98	2,9±0,30
	3	2,53±0,43	2,30±1,01	2,70±0,36
	4	2,55±0,61	1,67±0,35	1,79±0,18
	5	3,41±0,22	1,50±0,41**	4,32±0,38
Лимфоциты, % (норма 40-75%)	1к	44,49±9,01	49,30±7,69	48,36±2,91
	2к	54,40±5,35	53,00±4,34	69,55±1,33
	3	49,3±4,78	52,1±3,57	65,4±2,34
	4	40,41±6,51	55,60±2,91	48,01±1,01
	5	42,41±4,60	45,80±3,97	65,10±0,95*

**Заключение.** 1. После применения с целью комплексного лечения синтетических простагландина Ф2-альфа - энзапроста, аналога Гн-РГ – сурфагона, утеротоника гипофизина и тривитамина коровам с персистентным желтым телом яичника на 60-е сут после родов, оплодотворилось в течение сервис-периода (90 сут) 90,0% животных, что больше, чем в 1-й (контроль 1) группе здоровых в 2,2 раза и в 9 раз, чем во 2-й (контроль) группе больных коров.

2. Совместное применение энзапроста, сурфагона, гипофизина и тривитамина коровам с персистентным желтым телом

яичника на 60-е сут после родов способствует эффективной стимуляции повышения в крови нейтрофилов палочкоядерных, сегментоядерных, лимфоцитов, моноцитов и СОЭ в пределах нормы, как определяющих процессы инволюции и гомеостаз организма у коров после родов.

Для лечения коров с персистентным желтым телом яичника на 60-е сут после родов, рекомендуется совместное применение внутримышечно энзапроста в дозе 5,0 мл/гол/сут, однократно, сурфагона дозе 50 мкг/гол/сут однократно, гипофизина в дозе 5,0 мл/гол/сут и тривитамина в дозе 3,0 мл/гол/сут, трое суток.

### Библиография

1. Аббасов Б.Х. К вопросу механизма действия гормональных и простагландиновых препаратов на функцию яичников/ Б.Х. Аббасов, А.-Ш.Мамарбаев, И.Ю. Бабаев. – Тр. ин-та эксперим. биол.АН Каз1986. - №19. – С. 140-147.
2. Валюшкин К.Д. Акушерско-гинекологическая диспансеризация коров и телок/ К.Д. Валюшкин. – Минск: Ураджай, 1987. – 126 с.
3. Грига Э.Н. Задержавшееся желтое тело беременности – причина гинекологической патологии/ Э.Н. Грига// Вестник ветеринарии. – 1998. - №9. - С. 87-98.
4. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: КолосС, 2004. – 520 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие – 4-е изд., перераб. и доп./ Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа. – 1990. – 352 с
6. Жукова Е.С. Синтетический тимоген для восстановления половой цикличности коров/ Н.В. Безбородов, Е.С. Малецкая// Ветеринария. – 2007. - №11. – С. 8-9.
7. Журавлева В.С., Безбородов Н.В. Применение комплекса пептидных биокорректоров для стимуляции воспроизводительной функции у коров// Известия Оренбургского ГАУ, 2013. - № 6.-С.250-253.
8. Хилькевич Н.М., Джихаев Э.Л., Базаева З.К. Комплексное лечение гинекологических болезней коров/ Н.М. Хилькевич, Э.Л. Джихаев, З.К. Базаева// Вестник ветеринарии. – 1998. - №11. – С. 23-26.
9. Чекан В.А., Козлов Г.Г. Лечение коров с персистентным желтым телом яичника, патологией матки и его экономическая эффективность/ В.А. Чекан, Г.Г. Козлов// Диагност.-терапия и профилактика акушер.-гинекол. патол. у животных. – М.: Моск. гос. акад. вет. мед. и биотехнологии., 1994. – С. 42-44.
10. Шипилов В.С., Филоненко А.И. О восстановлении половой функции у коров при персистентном желтом теле яичника/ В.С. Шипилов, А.И. Филоненко// Ветеринария. – 1975. - №12. – С. 79-85.
11. Illngworth D.V., Perry J.S. Effects of oestrogen, administered early or late in the oestrous cycle, upon the survival and regression of the corpus luteum of the guinea – pig/ D.V.Illngworth, J.S.Perry// J. Reprod. and Fert., 1973. – 33. – N 3. – S. 457-467.
12. Tainturier D., Zaied M. Prophylax ie de la non deliverance chez la vache par un analogue de la PgF2 $\alpha$  le luprostiol. Rev.Med.Veter, 1989, 10, 899-901
13. Tainturier D., Zaied M. Prophylax ie de la non deliverance chez la vache par un analogue de la PgF2 $\alpha$  le luprostiol. Rev.Med.Veter, 1989, 10, 899-901

### References

- 1.Abbasov B.H. K voprosu mekhanizma dejstviya gormonal'nyh i prostaglandinovyh preparatov na funk-ciyu yaichnikov [On the mechanism of action of hormonal and prostaglandin preparations on the function of the ovaries]/ B.H. Abbasov, A.-Sh.Mamarbaev, I.Y. Babaev. – Tr. instituta ehksperim. biol. AN Kaz1986. - №19. – S. 140-147.
2. Valyushkin K.D. Akushersko-ginekologicheskaya dispanserizaciya korov i telok [Obstetric and gynecological examination of cows and heifers]/ K.D. Valyushkin. – Minsk: Uradzhaj, 1987. – 126 s.
3. Griga E.N. Zaderzhavsheesya zheltioe telo beremennosti – prichina ginekologicheskoy patologii [The delayed yellow body of pregnancy is the cause of gynecological pathology]/ E.N. Griga// Vestnik veterinarii. – 1998. - №9. - S. 87-98.
4. Kondrahin I.P. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics]. M.: KolosS, 2004. – 520 s.
5. Lakin G.F. Biometriya: Uchebnoe posobie – 4-e izd., peperab. i dop./ G.F. Lakin. – M.: Vysshaya shkola. – 1990. – 352 s
6. Zhukova E.S. Sinteticheskij timogen dlya vosstanovleniya polovoj ciklichnosti korov [Synthetic thymogen for restoring the sexual cyclicity of cows]/ N.V. Bezborodov, E.S. Maleckaya// Veterinariya. – 2007. - №11. – S. 8-9.
7. Zhuravleva V.S., Bezborodov N.V. Primenenie kompleksa peptidnyh biokorrektorov dlya stimulyacii vosproizvoditel'noj funkcii u korov [The use of a complex of peptide biocorrectors for stimulating the reproductive function in cows]/ Izvestiya Orenburgskogo GAU, 2013. - № 6. - S.250-253.
8. Hil'kevich N.M., Dzhahaev E.L., Bazaeva Z.K. Kompleksnoe lechenie ginekologicheskikh boleznej korov [Complex treatment of gynecological diseases of cows]/ N.M. Hil'kevich, E.L. Dzhahaev, Z.K. Bazaeva// Vestnik veterinarii. – 1998. - №11. – S. 23-26.
9. Chekan V.A., Kozlov G.G. Lechenie korov s persistentnym zheltym telom yaichnika, patologiej матки i ego ehkonomicheskaya ehffektivnost' [Treatment of cows with persistent yellow body of ovary, uterine pathology and its economic efficiency]/ V.A. Chekan, G.G. Kozlov// Diagnost.-terapiya i profilakt. akusher.-ginekol. patol. u zhivotnyh. – M.: Mosk. gos. akad. vet. med. i biotekhnologii., 1994. – S. 42-44.
10. Shipilov V.S., Filonenko A.I. O vosstanovlenii polovoj funkcii u korov pri persistentnom zheltom tele yaichnika [On the restoration of sexual function in cows with persistent yellow body of ovary]/ V.S. Shipilov, A.I. Filonenko// Veterinariya. – 1975. - №12. – S. 79-85.
11. Illngworth D.V., Perry J.S. Effects of oestrogen, administered early or late in the oestrous cycle, upon the survival and regression of the corpus luteum of the guinea – pig/ D.V. Illngworth, J.S. Perry// J. Reprod. and Fert., 1973. – 33. – N 3. – S. 457-467.
12. Tainturier D., Zaied M. Prophylax ie de la non deliverance chez la vache par un analogue de la PgF2 $\alpha$  le luprostiol. Rev.Med.Veter, 1989, 10, 899-901.

13. Tainturier D., Zaied M. Prophylaxie de la non délivrance chez la vache par un analogue de la PgF2α le luprostiol. Rev.Med.Veter, 1989, 10, 899-901.

#### Сведения об авторах

Безбородов Николай Васильевич доктор биологических наук, профессор кафедры незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 8-9038865141 308000 [nvb.52@mail.ru](mailto:nvb.52@mail.ru)

Бреславец Валентина Магомедовна кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89056712683 [breslavets1951@mail.ru](mailto:breslavets1951@mail.ru)

Романенко Виктория Николаевна кандидат биологических наук, старший преподаватель незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 8-9202010462, [vromanenko1988@gmail.com](mailto:vromanenko1988@gmail.com)

Лаврова Ольга Борисовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры морфологии и физиологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89202027740, [olga.lavrova64@mail.ru](mailto:olga.lavrova64@mail.ru)

Позднякова Валентина Николаевна кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционной и инвазионной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89103696243

#### Information about authors

Bezborodov Nikolai V., Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Noncontagious Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-9038865141, e-mail: [nvb.52@mail.ru](mailto:nvb.52@mail.ru)

Breslavets Valentina M. Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Non-Contagious Pathology, tel. 89056712683, e-mail: [breslavets1951@mail.ru](mailto:breslavets1951@mail.ru)

Romanenko Viktoria N., Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Noncontagious Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-9202010462, e-mail: [vromanenko1988@gmail.com](mailto:vromanenko1988@gmail.com)

Lavrova Olga B., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Morphology and Physiology, 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. 89202027740, e-mail: [olga.lavrova64@mail.ru](mailto:olga.lavrova64@mail.ru)

Pozdnyakova Valentina N., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Infectious and Invasive Pathology, 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. 89103696243

УДК 619:618.19-002:615.368:636.2

**Н.В. Безбородов, В.М. Бреславец, О.Б. Лаврова, В.Н. Романенко, В.Н. Позднякова**

**ЛЕЧЕНИЕ КОРОВ С ОСТРЫМ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНЫМ МАСТИТОМ**

**Аннотация** Наилучшие результаты лечения коров с острым послеродовым гнойно-катаральным маститом, отмечены в группе, где комплексно применяли мастимакс, юберин, ветримоксин и гипофизин. Эффективность составила 86,0% вылеченных животных. Из них оплодотворилось в течение 90 сут после отела 66,6% коров при индексе осеменения 1,6. В группе коров после лечения отмечено наиболее эффективное восстановление в крови до нормы количества нейтрофилов сегментоядерных.

**Ключевые слова.** Лечение коров, острый гнойно-катаральный мастит, мастимакс, пенмицин, ветримоксин, юберин, бенстреп, гипофизин, показатели крови.

**TREATMENT OF COWS WITH ACUTE PURULENT-CATARRHAL MASTITIS**

**Abstract.** The best results of treatment of cows with acute postnatal purulent-catarrhal mastitis were observed in the group where mastimax, uberinum, vetrimoxin and hypophysin were comprehensively administered. The response was 86.0% of the cured animals. Of these, 66.6% of cows were fertilized within 90 days after parturition at the conception rate 1.6. In the group of cows after treatment, the most effective recovery of the number of segmented neutrophils in blood to the normal range was observed.

**Keywords:** treatment of cows, acute purulent-catarrhal mastitis, mastimax, penmicin, vetrimoxin, uberinum, benstrep, hypophysin, blood values.

В настоящее время болезни вымени имеют достаточно широкое распространение в молочном скотоводстве и приносят большой экономический ущерб. Вынужденное сокращение сроков использования коров значительно понижает уровень молочной продуктивности стада и повышает стоимость молока. при многих болезнях вымени молоко становится непригодным для использования, так как оно содержит большое количество патогенных микроорганизмов, а так же антибиотики и другие

лекарственные вещества, применяемые для лечения таких коров [1,2,3,4,5,6,8,9,10,11].

Целью работы было определение эффективности применения различных способов лечения коров с острым гнойно-катаральным маститом. Коров с признаками острого гнойно-катарального мастита отбирали в группы-аналоги путем клинических исследований и постановки диагноза. Было подобрано 4 группы коров (n=10), которым проводили лечение согласно разработанным схемам лечения (Табл. 1).

**Таблица 1. Схемы лечения**

Применяемый препарат	Метод применения	Доза Препарата	Дни лечения		
			1	22	33
Схема 1 (1-я группа)					
1. мастимакс	внутрицистернально	1 шприц-дозатор/гол	+	+	+
2. юберин	внутримышечно	25 мл/гол	+	+	+
3. бенстреп	внутримышечно	1,0 мл на 25 кг массы	+	+	+
4.гипофизин	внутримышечно	5,0 мл/гол	+	-	-
Схема 2 (2-я группа)					
1. мастимакс	внутрицистернально	1 шприц-дозатор/гол	+	+	+
2. юберин	внутримышечно	25 мл/гол	+	+	+
3. пенмицин	внутримышечно	1,0мл на 20 кг массы	+	+	+
4.гипофизин	внутримышечно	5,0 мл/гол	+	-	-
Схема 3 (3-я группа)					
1.мастимакс	внутрицистернально	1 шприц-дозатор/гол	+	+	+
2.юберин	внутримышечно	25 мл/гол	+	+	+
3.ветримоксин	внутримышечно	30 мл/гол	+	-	+
4.гипофизин	внутримышечно	5,0 мл/гол	+	-	-
Схема 4 (4-я группа-контроль)					
Интактные коровы	-	-	-	-	-

В каждой группе коров для проведения лабораторных исследований отбирали кровь (n=5) из яремной вены: 1-й раз до введения препаратов; 2-й раз – через 10 суток и 3-й раз – через 20 суток после начала лечения. Проведение лабораторных исследований крови, осуществляли при помощи общепринятых методик [7]. В крови коров исследовали содержание следующих показателей: эритроцитов; гемоглобина; лейкоцитов; скорость оседания эритроцитов (СОЭ); лейкограмму.

Результаты исследований обработаны статистически при помощи ПК, программ Microsoft office excel с использованием критерия Стьюдента. Разницы между значениями считали статистически достоверными при: \* - p<0,05; \*- p<0,01; \*\*\* - p<0,001 по сравнению с предыдущим показателем внутри каждой из групп коров.

**Результаты исследований.** Полученные результаты исследований эффективности различных вариантов лечения (Табл.2)

показали, что до начала лечения в 1-й группе наибольшее количество (53,3%) коров имело поражения маститом 2-х долей вымени, и только 6,6% коров в группе имело поражение всех 4-х долей вымени. После курса лечения коров внутрицистернально на первые, вторые и третьи сутки мастимакс 1 шприц-дозатор, внутримышечно юберин 25 мл/гол и бенстреп 15 мл/гол, было отмечено, что у всех коров происходило снижение количества маститных долей вымени. Так отсутствовали коровы с воспалением 1-й доли вымени, в 2 раза снизилось количество животных с поражением 2-х долей вымени, в 4 раза уменьшилось количество коров с поражением 3-х долей вымени. Не было отмечено эффективности лечения коров с поражением всех 4-х долей вымени. В течение сервис-периода (90суток) в 1-й группе оплодотворилось 46,6% коров при индексе осеменения 1,7.

**Таблица 2. Эффективность лечения коров с гнойно-катаральным маститом**

Группа	Количество коров с пораженными долями вымени до лечения					Количество коров с пораженными долями вымени, после лечения					Оплодотворилось после лечения гол., (%)	Индекс осеменения
	Количество долей вымени					Количество долей вымени						
	1	2	3	4	Всего	1	2	3	4	Всего		
1	2	8	4	1	15	-	4	1	1	6	7 (46,6)	1,7
2	2	9	2	2	15	1	5	-	1	7	6 (40,0)	1,8
3	2	7	3	3	15	-	-	1	1	2	10 (66,6)	1,6
4к	3	4	1	1	9	3	4	2	2	11	1 (6,6)	2,2

Во 2-й группе коров до начала лечения, так же отмечено наибольшее количество (60,0%) коров в группе имеющих поражения 2-х долей вымени. Остальные животные имели поражения разного количества долей вымени.

После введения на первые, вторые и третьи сутки внутрицистернально мастимакса 1 шприц-дозатор, внутримышечно юберина 25 мл/гол и пенмицина 20,0 мл/гол было установлено, что количество пораженных долей вымени так же уменьшилось в 2 раза. Наибольшее количество (33,3%) животных было с поражением 2-х долей вымени и не отмечено коров с поражением 3-х долей вымени. Оплодотворилось до окончания сервис-периода (90 сут) после

лечения 40,0% коров в группе при индексе осеменения 1,8.

В 3-й группе животных после применения для лечения внутрицистернально мастимакса один шприц – дозатор, внутримышечно юберина и ветримоксина, соответственно по 25 и 30 мл. установлено, что животных с поражением 1-2-х долей вымени не было, а количество коров имеющих поражения 3-х и 4-х долей вымени снизилось в 3 раза и составило, соответственно по 6,6% от числа коров в группе. Количество оплодотворенных коров после лечения составило 66,6%, при индексе осеменения 1,6.

У коров 4-й (контроль) группы за период исследований (90 суток после родов)

не отмечено изменений у животных имеющих поражения 1-2-х долей вымени и наоборот увеличение в 2 раза количества коров с поражением 3-4-х долей вымени. За период исследований оплодотворилось в группе 6,6% коров, а индекс осеменения составил 2,2.

Применение различных вариантов лечения показало (Табл. 3), что восстановление количества эритроцитов до нормальных значений  $5,11 \times 10^{12}/л \pm 0,3$  наиболее выражено у коров 1-й группы. Уменьшение

содержания лейкоцитов в пределах нормы у коров 3-й группы, характеризует наибольший эффект применяемых для лечения препаратов по снижению воспалительного процесса. Увеличение количества гемоглобина через 20 суток после лечения коров 2 и 3-й групп, свидетельствует о нормализации окислительно-восстановительных процессов после применения курса лечения.

**Таблица 3. Показатели общего гематологического анализа**

Показатели	Группа, n=5	Взятия крови после родов		
		До применения препаратов	После применения препаратов	
		1 (на 20-е сут после родов)	2 (через 10 сут)	3 (через 20 сут)
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$ (норма 5,0 – 7,5 $\times 10^{12}/л$ )	1	4,70±0,31	4,89±0,34	5,11±0,3
	2	5,60±0,15	5,02±0,13	5,44±0,01
	3	5,38±0,5	4,44±0,16	5,10±0,1
	4к	6,2±0,4	5,15±0,2	5,11±0,3
Лейкоциты, $\times 10^9/л$ (норма 4,5 – 12,0 $\times 10^9/л$ )	1	7,51±1,2	6,45±0,56	8,50±0,32
	2	6,69±0,50	7,35±0,55	9,69±0,3
	3	7,15±0,46	7,59±0,58	5,63±1,2
	4к	7,24±0,45	8,51±0,63	8,64±1,2
Гемоглобин, ммоль/л (норма 5,6-8,7 ммоль/л)	1	8,2±0,41	8,4±0,46	8,23±0,54
	2	8,5±0,11	8,5±0,55	9,1±0,06
	3	8,7±0,32	8,3±0,15	9,1±0,03
	4к	7,1±0,41	8,1±0,23	8,3±0,04
СОЭ, мм/час (норма 0,5-1,5 мм/час)	1	0,8±0,4	0,8±0,14	0,9±0,06
	2	0,6±0,13	1,49±0,22	1,7±0,02
	3	0,52±0,14	0,91±0,2	1,45±0,03
	4к	0,95±0,3	1,11±0,04	0,12±0,05

Проведенные исследования динамики содержания различных видов лейкоцитов после применения различных вариантов лечения маститов показали, что увеличенное от нормы в среднем количество нейтрофилов сегментоядерных до начала лечения, снижается через 20 суток после курса лечения коров во 2-й и 3-й группах до нормальных значений.

**Заключение.** 1. Наилучшие результаты лечения коров с острым послеродовым гнойно-катаральным маститом, отме-

чены в 3-й группе животных, где применяли мастимакс, юберин, ветримоксин и гипофизин. Эффективность лечения составила 86,0% вылеченных животных. Из них оплодотворилось в течение 90 суток после отела 66,6% коров при индексе осеменения 1,6.

2. Наиболее эффективные результаты восстановления количества нейтрофилов сегментоядерных после лечения коров с маститом, получены в 3-й группе, где через 20 сут сут лечения их содержание соответ-

ствовало физиологически нормальным значениям, что свидетельствует о стимулирующем процессе гемостаза характере действия применяемых средств лечения коров.

Для лечения коров с острым послеродовым гнойно-катаральным маститом, рекомендуется совместное применение внутривенно внутримышечно мастимакса один шприц-

дозатор/гол/сут, в течение трех сут, внутримышечно юберина 25,0 мл/гол/сут, в течение трех сут. и гипофизина 5,0 мл/гол, однократно в начале курса.

#### Библиография

1. Брылин А.Г. Противомаститные препараты // Ветеринария. 2001. -№4.-С. 16-17.
2. Васильев В.Г. Доение коров, больных маститом // Ветеринария. 1998.- № 5. С. 33 -35.
3. Карташова В.М., Ивашура А.И. Маститы коров. М.: Агропромиздат, 1988.-256 с.
4. Крюков И.И. Микрофлора молока больных маститом коров и её чувствительность к химиопрепаратам // Актуальные проблемы и достижения в области репродукции и биотехнологии размножения животных / Сборник научных трудов СГСХЛ. Ставрополь, 1998. - С. 65-68.
5. Коган Г.Ф., Горина Л.П. Лечение коров, больных маститами // Маститы и санитарное качество молока. Мн.: Урожай. -1990. - С.28-52.
6. Конопельцев И.Г. Эффективность применения биосана при лечении и профилактике мастита у коров: Автореф. дис. канд. вет. наук. Воронеж,1994.-27 с.
7. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: КолосС, 2004. – 520 с.
8. Париков В.А. Разработка и совершенствование методов диагностики, терапии и профилактики мастита у коров: Дис. в форме науч. доклада на соискание ученой степени док-ра вет. наук. Воронеж, 1990. - 52 с.
9. Bergmann A. Charakteristik Eetstehung, Symptomatik und Mitarbeit bezüglich Therapie sowie Prophylaxe von Enterobakterien — Mastitiden sogd. // Tierzucht. 1985. - № 39 (5). - P. 229-231.
10. Jsaksson A. et al. The electrical conductivity of bovine milk in mastitis diagnosis // Acta. Veter. Scand. 1987. - № 28. - P. 455-457.
11. Villanueva M.R. et al. Recovery of Strept. agalactia and Staph, aureus from mesh and frozen bovinEmilk//Journal American Veterinary Medicine Assoc. 991. - № 198 (8). - P. 1398-4000.

#### References

1. Brylin A.G. Protivomastitnye preparaty [Anti-mastitis drugs]// Veterinariya. 2001. -№4.-S. 16-17.
2. Vasil'ev V.G. Doenie korov, bol'nyh mastitom [Milking of cows suffering from mastitis]// Veterinariya. 1998. - № 5. S. 33 -35.
3. Kartashova V.M., Ivashura A.I. Mastity korov [Mastitis of cows]. M.: Agropromizdat, 1988.-256 s.
4. Kryukov I.I. Mikroflora moloka bol'nyh mastitom korov i eyo chuvstvitel'nost' k himiopreparatam [Microflora of milk of cows with mastitis and its sensitivity to chemotherapy]// Aktual'nye problemy i dostizheniya v oblasti reprodukcii i biotekhnologii razmnozheniya zhivotnyh / Sbornik nauchnyh trudov SGSKHL. Stavropol', 1998. - S. 65-68.
5. Kogan G.F., Gorinova L.P. Lechenie korov, bol'nyh mastitami [Treatment of cows with mastitis]// Mastity i sanitarnoe kachestvo moloka. Mn.: Urozhaj. -1990. - S.28-52.
6. Konopel'cev I.G. Ehffektivnost' primeneniya biosana pri lechenii i profilaktike mastita u korov [Efficiency of biosan application in the treatment and prevention of mastitis in cows]: Avtoref. dis. . kand. vet. nauk. Voronezh, 1994. - 27 s.
7. Kondrahin I.P. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics]. M.: KolosS, 2004. – 520 s.
8. Parikov V.A. Razrabotka i sovershenstvovanie metodov diagnostiki, terapii i profilaktiki mastita u korov [Development and improvement of methods for diagnosis, therapy and prevention of mastitis in cows]: Dis. v forme nauch. doklada na soiskanie uchenoj stepeni doktora vet. nauk. Voronezh, 1990. - 52 s.
9. Bergmann A. Charakteristik Eetstehung, Symptomatik und Mitarbeit bezüglich Therapie sowie Prophylaxe von Enterobakterien — Mastitiden sogd. // Tierzucht. 1985. - № 39 (5). - P. 229-231.
10. Jsaksson A. et al. The electrical conductivity of bovine milk in mastitis diagnosis // Acta. Veter. Scand. 1987. - № 28. - P. 455-457.
11. Villanueva M.R. et al. Recovery of Strept. agalactia and Staph, aureus from mesh and frozen bovinEmilk//Journal American Veterinary Medicine Assoc. 991. - № 198 (8). - P. 1398-4000.

#### Сведения об авторах

Безбородов Николай Васильевич доктор биологических наук, профессор кафедры незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 8-9038865141 308000 [nvb.52@mail.ru](mailto:nvb.52@mail.ru)

Бреславец Валентина Магомедовна кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры незаразной патологии



ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89056712683 breslavets 1951@mail.ru

Романенко Виктория Николаевна кандидат биологических наук, старший преподаватель незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 8-9202010462, [vromanenko1988@gmail.com](mailto:vromanenko1988@gmail.com)

Лаврова Ольга Борисовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры морфологии и физиологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89202027740, [olga.lavrova64@mail.ru](mailto:olga.lavrova64@mail.ru)

Позднякова Валентина Николаевна кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционной и инвазионной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89103696243

#### **Information about authors**

Bezborodov Nikolai V., Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Noncontagious Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-9038865141, e-mail: [nvb.52@mail.ru](mailto:nvb.52@mail.ru)

Breslavets Valentina M. Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Non-Contagious Pathology, tel. 89056712683, e-mail: breslavets 1951@mail.ru

Romanenko Viktoria N., Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Noncontagious Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-9202010462, e-mail: vromanenko1988@gmail.com

Lavrova Olga B., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Morphology and Physiology, 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. 89202027740, e-mail: [olga.lavrova64@mail.ru](mailto:olga.lavrova64@mail.ru)

Pozdnyakova Valentina N., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor at the Department of Infectious and Invasive Pathology, 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. 89103696243

УДК 619:616.9:615.28-022.523

*Н.П. Зуев, В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, А.В. Логачев, Е.А. Арсеенко, Е.Н. Зуева, Р.З. Курбанов*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ МОНТМОРИЛЛОНИТСОДЕРЖАЩИХ ГЛИН ПРИ ЭШЕРИХИОЗЕ ПТИЦ

**Аннотация.** Сочетанное применение модифицированной монтмориллонитсодержащей глины с энрофлоксацином и тимолом безопасно для организма птиц. В течение суток комплексный препарат (энрофлоксацин с сорбентом) почти полностью элиминируется из организма птиц. Применение модифицированной монтмориллонитсодержащей глины с энрофлоксацином и тимолом больным эшерихиозом цыплятам не вызывает отклонений в физиологических показателях, а также в поведении птицы. Сорбент, входящий в состав композиционного препарата, осуществляет местную детоксикацию, обладает антиадгезивным действием по отношению к патогенной микрофлоре кишечника и, тем самым, сокращает сроки лечения больных животных. Данный энтеросорбент может эффективно применяться при создании комплексных антибактериальных препаратов как для лечения, так и для профилактики инфекционных желудочно-кишечных заболеваний у животных.

**Ключевые слова:** колибактериоз, эшерихиоз, фармакокинетика, терапия, энрофлоксацин, тимол, монтмориллонитсодержащая глина, композиционные препараты, энтеросорбент.

### EFFICIENCY OF COMPOSITION PREPARATIONSON THE BASIS OF NANOSTRUCTURAL MONTMORILLONITE-CONTAINING CLAYSIN BIRDSHIP ASHERICHIOSIS

**Summary.** Combined application of modified montmorillonite-containing clay with enrofloxacin and thymol safe for the body of birds. During the day the integrated product (enrofloxacin with sorbent) is almost completely eliminated from the body of birds. The use of modified montmorillonite-containing clay with enrofloxacin and E. coli thymol sick chickens does not cause abnormalities in the physiological indicators, as well as in the behavior of birds. Sorbent included in the composition of the drug, provides local detoxification, has anti-adhesive activity against pathogenic microflora of the intestine and thereby reduces time of treatment of sick animals. This treatment may be effective at creating the complex of antibacterial drugs for the treatment and prevention of infectious gastrointestinal diseases in animals.

**Keywords:** colibacillosis, E. coli, pharmacokinetics, therapy, enrofloxacin, thymol, montmorillonite containing clay, composite products, enterosorbent.

**Введение.** В настоящее время, особенно в племенных хозяйствах с замкнутой системой воспроизводства стада, создаются условия, с формирующимися искусственными экосистемами, в которых обостряются отношения между организмом птиц и условно-патогенной микрофлорой. Перманентное присутствие в антропоургической среде чрезвычайно опасных в эпизоотическом отношении зоонозов реэмерджентных возбудителей колибактериоза, ерсиниоза, микоплазмоза, пастереллёза, пуллороза и стрептококкоза птиц является одним из значимых вопросов ветеринарной эпизоотологии.

В связи с этим болезни пищеварительного тракта цыплят представляют одну из сложнейших проблем для современной ветеринарии. При этом в нозологической структуре алиментарных инфекций колибактериоз занимает одно из ведущих мест. Вариантная многофакторность этого забо-

левания делает его трудно контролируемым, в результате чего птицеводческой отрасли наносятся колоссальные убытки от заболевания и падежа животных в пре- и постнатальные периоды развития [1, 6].

Высокая восприимчивость птицы к колибактериозу связана с физиологической незащищенностью тонкого отдела кишечника против колонизации эшерихиями. Пути заражения – аэрогенный, алиментарный, трансвариальный.

Источником возбудителя болезни являются больные и переболевшие колибактериозом куры, а также другие носители патогенных штаммов эшерихий [4].

Большая варибельность штаммов *Escherichia coli*, а также высокая степень изменчивости, затрудняют специфическую профилактику и лечение животных, больных колибактериозом. Применяемые антимикробные препараты (антибиотики, сульфаниламиды, нитрофураны) и другие терапевтические средства в большинстве своем

малоэффективны и экологически опасны, в связи с образованием антибиотикоустойчивых штаммов и снижением общей реактивности организма животных. Наряду с этим они являются причиной аллергических состояний и часто приводят к развитию дисбиоза [5, 9, 10].

Использование современных вакцин не всегда является эффективным средством борьбы с колибактериозом, в связи с этим на первый план ликвидации заболевания выходят антибактериальные и композиционные препараты. Лекарственные соединения, входящие в состав композиционных препаратов, как правило, обладают синергидным или потенцирующим действием. Поэтому к сочетанным препаратам устойчивость микроорганизмов развивается значительно медленнее.

В научных литературных источниках регулярно появляются сведения о широком использовании монтмориллонитов (смектитов) при тяжелых интоксикациях организма – как человека, так и животных. Не хуже современных антибиотиков они справляются и с болезнетворными бактериями. Но, в отличие от традиционных лекарственных средств, композиционные смектит-монтмориллонитовые препараты остаются химически инертными, а, следовательно, абсолютно безвредными для организма.

Терапевтический эффект таких препаратов значительно выше, так как индивидуальными, даже самыми современными высокоэффективными антибиотиками широкого антибактериального спектра действия бывает трудно губительно воздействовать на устойчивую к химиотерапевтическим соединениям микрофлору. Вследствие этого основным критерием разработки комбинированных препаратов является их фармакологическая эффективность, заключающаяся в усилении терапевтического действия созданной композиции [3].

Лечебное действие природных монтмориллонитсодержащих глин объясняется их сорбционно-адгезивными и ионо-селективными свойствами, а также насыщенностью разнообразными химическими элементами, часть из которых находится в биологически доступной форме. Сорбент

связывает токсины, микробные клетки и продукты распада, которые далее выводятся из организма. [2].

Целью настоящей работы явилась разработка экспериментальных образцов композиционных препаратов, созданных на основе наноструктурных модифицированных монтмориллонитсодержащих глин, и апробация их в производственных условиях при колибактериозе птиц.

Для достижения поставленной цели были вынесены следующие задачи:

- определить чувствительность кишечной палочки к препаратам фторхинолонового ряда и разработанным на их основе композиционным препаратам и другим композициям с применением монтмориллонитсодержащих глин;
- выяснить фармакокинетику композиционного препарата (энрофлоксацина с сорбентом) в организме цыплят при индивидуальной даче с питьевой водой;
- изучить терапевтическую эффективность разработанных композиционных препаратов в производственных условиях на неблагополучном по колибактериозу стаде птиц.

**Материалы и методы исследований.** При приготовлении необходимых композиций использовали специально разработанный нами сорбент (экологически чистый сорбент многоцелевого использования на основе отечественного сырья с повышенной эффективностью сорбции как экзо- и эндотоксинов энтеропатогенных микроорганизмов, так и ионов железа, меди и хрома), который был получен путём модифицирования монтмориллонитсодержащей глины [7]. Всего было разработано два композиционных препарата: сочетание обогащенной монтмориллонитсодержащей глины с энрофлоксацином и сочетание обогащенной монтмориллонитсодержащей глины с тимолом.

Чувствительность выделенных от больных птиц патогенных штаммов *Escherichia coli* к фторхинолонам определяли методом двукратных серийных разведений в жидкой питательной среде (МПБ), а композиционных препаратов (сочетаний: энрофлоксацина с монтмориллонитсодер-

жащей глиной и тимола с монтмориллонитсодержащей глиной) – на плотной питательной среде (МПА).

На основании проведенных гидродинамических расчетов был спланирован и отработан принцип технологического процесса получения устойчивой микросуспензии монтмориллонитовой глины с энрофлоксацином, используемой для терапии и профилактики эшерихиоза птиц. Длительность седиментации комплексного препарата в питьевой воде – более 30 часов [8].

Распределение и элиминацию энрофлоксацина изучали на цыплятах 2-месячного возраста кросса «Родонит». Количественное определение энрофлоксацина в отобранных пробах осуществляли методом диффузии в агар (тест-микроб *E. coli* МБ 3804) с определением концентрации по стандартным кривым.

Опытным цыплятам композиционный препарат (энрофлоксацин с сорбентом) однократно вводили с помощью зонда в зоб с питьевой водой (в объеме 5 мл). При этом доза энрофлоксацина составляла 2,5; 5,0 и 10,0 мг/кг массы тела, а количество тонкодисперсной монтмориллонитсодержащей глины было постоянным – 60 мг/кг массы тела. Контрольным группам цыплят идентичные дозы энрофлоксацина вводили без сорбента тем же методом.

Фармакокинетику каждой дозы исследуемых препаратов выясняли на трех группах цыплят (по 5 голов в каждой). Для отбора проб крови, помёта и внутренних органов у контрольных и опытных цыплят после однократного перорального введения препаратов производили убой птиц через 3, 12 и 24 часа.

В предварительных экспериментах была выявлена способность разработанного сорбента связывать токсины патогенных штаммов *Escherichia coli* в концентрации 100 мг/мл. Также была установлена способность адсорбции сорбента на поверхности фимбрий и клеточной стенке эшерихий, что в свою очередь препятствует адгезии кишечной палочки на эпителиальных клетках желудочно-кишечного тракта и в конечном итоге предотвращает их дальнейшее размножение.

Терапевтическое действие комплексных препаратов (композиции энрофлоксацина и тимола с монтмориллонитсодержащей глиной) испытали на суточных цыплятах, зараженных колибактериозом.

В течение 5 суток цыплятам трех опытных групп препарат выпаивался с питьевой водой, содержащей 2 г/л сорбента и энрофлоксацин в концентрациях 50, 100 и 200 мг/л. Контрольные цыплята получали: первая группа питьевую воду с сорбентом (2 г/л суспензия), 2 – 4 группы получали питьевую воду, содержащую энрофлоксацин в соответствующих концентрациях: 50, 100 и 200 мг/л, а пятая – питьевую воду. В каждой группе было по 50 голов цыплят.

Терапевтическое действие комплексного препарата (сорбент в сочетании с тимолом), в котором содержание тимола составляло 10,5 %, испытали на пяти группах цыплят с клиникой колибактериоза. Первая, вторая, третья и четвёртая группы цыплят получали в течение 5 суток комплексный препарат с кормом в соответствующих концентрациях: 3, 2, 1 и 0,5 г/кг комбикорма. Контрольной группе скармливали обогащённый сорбент в концентрации 3 г/кг комбикорма.

Формирование групп птиц для проведения экспериментов в производственных условиях проводили по принципу аналогов, где учитывали возраст, породу, живую массу, физиологическое состояние, продуктивность, состояние здоровья. 5 суток опыта и 14 суток после завершения опытов вели клинические наблюдения, учитывали заболеваемость и падёж цыплят. До и после проведенного курса лечения микробиологическому исследованию подвергали фекалии подопытных животных и паренхиматозные органы и ткани павших цыплят.

О состоянии здоровья цыплят судили по приростам массы тела, сохранности, данным периодического клинического осмотра.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Минимальная подавляющая концентрация (МПК) норфлоксацина, цiproфлоксацина и энрофлоксацина находилась в диапазоне 0,1 – 0,5, 0,01 – 0,25 и 0,05 – 0,12 мкг/мл соответственно (табл. 1).

**Таблица 1. Антимикробная активность препаратов класса хинолонов**

Микроорганизм	МПК (мкг/мл) фторхинолоновых препаратов		
	норфлоксацин	ципрофлоксацин	энрофлоксацин
<i>Escherichia coli</i>	0,1 – 0,5	0,01 – 0,25	0,05 – 0,12

Энрофлоксацин оказался наиболее эффективным препаратом, что и явилось основанием для его использования при разработке комплексного препарата.

МПК композиции энрофлоксацина с монтмориллонитсодержащей глиной (соотношение 1:1) была 0,01 – 0,10 мкг/мл (в данном случае производился перерасчёт на АДВ энрофлоксацина). По-видимому, монтмориллонитсодержащая глина, обладая способностью адгезии на поверхности клеточной стенки бактерий и фимбриях, способствовала проявлению синергидного действия композиции.

Комплексное соединение, полученное путём обработки модифицированной монтмориллонитсодержащей глины раствором тимола, содержащее 10,5% тимола, при концентрации 3,125 мг/мл МПА действовала бактериостатически, а при концентрациях 12 и 25 мг/мл – цидно.

Фармакокинетические свойства энрофлоксацина в организме цыплят характеризовались большим объемом распределения и длительным периодом элиминации, низким связыванием сывороточными белками и хорошей биодоступностью.

Благодаря наличию сорбента концентрация энрофлоксацина в сыворотке крови опытных цыплят, после однократного индивидуального принудительного введения раствора в зоб с помощью зонда, была ниже, чем у контрольных цыплят после приема только энрофлоксацина. В то же время длительность его обнаружения в сыворотке крови опытных цыплят в концентрациях, превышающих МПК эшерихий, была на 12 часов меньше (табл. 2).

**Таблица 2. Концентрация энрофлоксацина в сыворотке крови цыплят**

Доза энрофлоксацина, мг/кг	Концентрация энрофлоксацина при даче с питьевой водой, мкг/мл			Концентрация энрофлоксацина при даче с сорбентом, мкг/мл		
	Время отбора (получения) пробы, час					
	3	12	24	3	12	24
2,5	0,06±0,005	-	-	0,03±0,001	-	-
5,0	0,13±0,005	-	-	0,08±0,008	-	-
10,0	0,13±0,003	0,65±0,015	0,06±0,002	0,1±0,004	0,50±0,005	-

В контрольной группе в помёте птиц прослеживалась картина незначительной тенденции нарастания содержания препарата (особенно в первые три часа), в опытной группе при дозе 5,0 мг/кг массы тела через 12 – 24 часа количество препарата возросло, по сравнению с контролем, а при дозе 10,0 мг/кг массы тела концентрация

препарата достоверно возросла только через 24 часа (табл. 3). Такой уровень содержания энрофлоксацина в помёте можно объяснить тем, что сорбент, являясь активным ионообменником, частично связывает препарат и препятствует его всасыванию из просвета кишечника.

**Таблица 3. Концентрация энрофлоксацина в помёте цыплят**

Доза энрофлоксацина, мг/кг	Концентрация энрофлоксацина при даче с питьевой водой, мкг/мл			Концентрация энрофлоксацина при даче с сорбентом, мкг/мл		
	Время отбора (получения) пробы, час					
	3	12	24	3	12	24
2,5	2,60±0,051	1,90±0,023	0,66±0,008	2,60±0,040	2,00±0,016	0,50±0,017
5,0	4,60±0,121	3,2±0,063	0,60±0,016	4,50±0,279	4,7±0,158	0,86±0,018
10,0	6,70±0,174	9,44±0,342	0,50±0,012	5,52±0,125	7,00±0,114	1,12±0,013

В тонком отделе кишечника, по сравнению с толстым (табл. 4, 5), препарат

обнаруживался в пределах 3 – 12 часов, в концентрациях значительно более низких,

как в контрольной, так и опытной группах. При этом через 24 часа содержание энрофлоксацина в исследуемых отделах кишечника было практически идентичным. Также

следует подчеркнуть, что уровень фторхинолонового препарата в толстом отделе кишечника опытных цыплят через 12 – 24 часа после его введения, был значительно выше, чем в контрольной группе.

**Таблица 4. Концентрация энрофлоксацина в тонком отделе кишечника (кишечник с содержимым) цыплят**

Доза энрофлоксацина, мг/кг	Концентрация энрофлоксацина при даче с питьевой водой, мкг/мл			Концентрация энрофлоксацина при даче с сорбентом, мкг/мл		
	Время отбора (получения) пробы, час					
	3	12	24	3	12	24
2,5	0,10±0,007	0,50±0,012	0,09±0,001	0,85±0,021	0,60±0,016	0,09±0,002
5,0	0,30±0,010	0,09±0,004	0,09±0,002	0,10±0,004	0,20±0,006	0,14±0,005
10,0	0,35±0,024	0,75±0,022	0,35±0,010	0,45±0,014	0,85±0,033	0,50±0,005

**Таблица 5. Концентрация энрофлоксацина в толстом отделе кишечника (кишечник с содержимым) цыплят**

Доза энрофлоксацина, мг/кг	Концентрация энрофлоксацина при даче с питьевой водой, мкг/мл			Концентрация энрофлоксацина при даче с сорбентом, мкг/мл		
	Время отбора (получения) пробы, час					
	3	12	24	3	12	24
2,5	2,20±0,147	1,12±0,016	0,09±0,015	1,00±0,070	1,30±0,023	0,18±0,003
5,0	5,60±0,255	3,90±0,110	0,09±0,002	4,60±0,126	5,20±0,093	0,20±0,004
10,0	7,70±0,116	14,80±0,276	0,95±0,030	10,40±0,383	22,00±0,679	2,15±0,105

На основании проведенных исследований установлено, что через 12 – 24 часа доза энрофлоксацина (5 и 10 мг/кг массы тела) в композиционном препарате создаёт в просвете кишечника более высокие концентрации, чем при его даче без сорбента. Кроме того, концентрация препарата в тонком отделе кишечника превышала его МПК

для эшерихий (0,05 – 0,12 мкг/мл) в 1,2 – 7,1, в толстом – в 1,7 – 183,3 раза.

В течение всего периода наблюдения в печени птиц опытной группы содержание энрофлоксацина было выше, чем в легких (табл. 6, 7), но при этом в печени и легких опытной группы уровень содержания энрофлоксацина был практически такой же, как и в контрольной группе.

**Таблица 6. Концентрация энрофлоксацина в печени цыплят**

Доза энрофлоксацина, мг/кг	Концентрация энрофлоксацина при даче с питьевой водой, мкг/мл			Концентрация энрофлоксацина при даче с сорбентом, мкг/мл		
	Время отбора (получения) пробы, час					
	3	12	24	3	12	24
2,5	0,21±0,004	0,34±0,005	0,20±0,006	0,35±0,007	0,30±0,010	2,00±0,016
5,0	0,34±0,005	0,40±0,010	0,35±0,009	0,37±0,010	0,40±0,011	0,40±0,011
10,0	0,50±0,018	1,00±0,026	0,95±0,064	0,85±0,029	1,00±0,023	0,75±0,042

**Таблица 7. Концентрация энрофлоксацина в лёгких опытных птиц**

Доза энрофлоксацина, мг/кг	Концентрация энрофлоксацина при даче с питьевой водой, мкг/мл			Концентрация энрофлоксацина при даче с сорбентом, мкг/мл		
	Время отбора (получения) пробы, час					
	3	12	24	3	12	24
2,5	0,18±0,005	0,20±0,004	0,25±0,009	0,17±0,007	0,18±0,005	0,19±0,004
5,0	0,40±0,009	0,21±0,004	0,19±0,004	0,20±0,004	0,20±0,004	0,18±0,004
10,0	0,35±0,010	0,19±0,007	0,40±0,028	0,60±0,010	0,20±0,002	0,40±0,014

В результате проведенного эксперимента было установлено, что дача энрофлоксацина цыплятам опытных групп в концентрациях 50, 100 и 200 мг/л питьевой воды, содержащей 2 г/л сорбента, способствовала 70, 95 и 95 % (соответственно) их выздоровлению.

В контрольных группах, леченых энрофлоксацином в тех же дозах, но без сорбента, терапевтическая эффективность препарата соответственно составила 75, 80 и 96 % выздоровления цыплят. В то же время следует отметить, что цыплята выздоравливали в опытных группах на 4 – 5 сутки лечения, а в контрольных – после 5-суточного лечения. В 1 и 5 группах был 100 % падеж птиц.

В производственных условиях на больных колибактериозом цыплятах была испытана результативность суспензии комплексного препарата, содержащего в питьевой воде 100 мг/л энрофлоксацина и 2 г/л модифицированного сорбента. Эффективность лечения составила 95 %. Параллельно больная колибактериозом птица была пролечена энрофлоксацином в концентрации 200 мг/л питьевой воды, что способствовало выздоровлению 96 % больных цыплят.

3-суточное выпаивание цыплятам композиционного препарата (2 г/л сорбента и энрофлоксацин в концентрациях 100 мг/л) с профилактической целью препятствовало проявлению колибактериоза. При этом отмечался только технологический отход цыплят в размере 3 %. Такие же результаты были получены при выпаивании цыплятам энрофлоксацина в концентрации 200 мг/л.

После проведенного курса лечения терапевтическая эффективность композиционного препарата (сорбент в сочетании с тимолом) составила: в первой группе 44 %, во второй – 80 %, в третьей – 68 %, а в четвертой – 56 %. В контрольной группе падеж птицы не прекращался, поэтому ветеринарные работники птицефабрики были вынуждены применить лекарственные средства, традиционно используемые в данном хозяйстве. Причиной низкой терапевтической эффективности композиционного препара-

рата в первой группе явилась плохая поедаемость корма, поскольку он обладал резким запахом тимолом. Низкие концентрации препарата в корме цыплят третьей и четвертой групп также не способствовали высокому терапевтическому эффекту.

Профилактический эффект 3-суточной дачи комплексного соединения сорбента с тимолом в концентрации 2 г/кг корма составил 96 %.

**Выводы.** На основании полученных нами данных можно утверждать, что сочетанное применение модифицированной монтмориллонитсодержащей глины с энрофлоксацином и тимолом не оказывает токсического действия на организм цыплят. В течение суток комплексный препарат (энрофлоксацин с сорбентом) почти полностью элиминируется из организма птиц.

В результате проведенных исследований установлено, что:

- МПК композиции энрофлоксацина с монтмориллонитсодержащей глиной (соотношение 1:1) самая эффективная и находится в диапазоне 0,01 – 0,10 мкг/мл;

- эффективность суспензии комплексного препарата, содержащего в питьевой воде 100 мг/л энрофлоксацина и 2 г/л модифицированного сорбента, при лечении больных колибактериозом цыплят составила 95 %;

- 3-суточное выпаивание цыплятам композиционного препарата (2 г/л сорбента и энрофлоксацин в концентрациях 100 мг/л) с профилактической целью препятствовало проявлению колибактериоза, технологический отход цыплят составил 3 %;

- после проведенного курса лечения комплексным препаратом (сорбент в сочетании с тимолом), в котором содержание тимолом составляло 10,5 %, терапевтическая эффективность композиционного препарата составила: в первой группе 44 %, во второй – 80 %, в третьей – 68 %, а в четвертой – 56 %;

- профилактический эффект 3-суточной дачи комплексного соединения сорбента с тимолом в концентрации 2 г/кг корма составил 96 %.

Исследованиями установлено, что сочетанное применение модифицированной монтмориллонитсодержащей глины с

энрофлоксацином и тимолом не вызывает отклонений в физиологических показателях, а также в поведении птицы. Температура тела у животных всех групп на протяжении опыта колебалась в пределах нормы (от 40,8 до 41,8°C).

Терапевтические и профилактические дозы этих препаратов не оказывали токсического действия.

Разработанные препараты могут быть использованы при профилактике расстройств функции пищеварения и лечении молодняка птиц, больных гастроэнтеритами инфекционной этиологии, это позволит снизить всасывание бактериальных токсинов, а также продуктов гнилостного распада содержимого кишечника, что в значительной мере ускорит процесс выздоровления больных животных, а также снизит их заболеваемость и расход дорогостоящих антибактериальных

препаратов. Кроме того, применение данных препаратов будет способствовать получению экологически чистых яиц и мяса птиц.

Применение натуральных монтмориллонитсодержащих энтеросорбентов в сочетании с химиотерапевтическими соединениями безопасно для организма птиц. Сорбент, входящий в состав композиционного препарата, осуществляет местную детоксикацию, обладает антиадгезивным действием по отношению к патогенной микрофлоре кишечника и, тем самым, сокращает сроки лечения больных животных. Данный энтеросорбент может эффективно применяться при создании комплексных антибактериальных препаратов как для лечения, так и для профилактики инфекционных желудочно-кишечных заболеваний у животных.

#### Библиография

1. Беднягин В.Е. Атипичная форма колибактериоза поросят Автореф. Дис. на канд. вет. наук / Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И.Скрябина. М., 2000.
2. Буханов В.Д. Применение активированной монтмориллонитовой глины в остром эксперименте на цыплятах бройлерах, заражённых колибактериозом и сальмонеллёзом / В.Д. Буханов [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2011. – № 4. – С. 51-57.
3. Везенцев, А.И. Изучение влияния ветеринарного препарата «биофрада» на морфофункциональные характеристики внутренних органов белых крыс и свиней / А.И. Везенцев, В.Д. Буханов, Н.П. Зуев, Г.В. Фролов, Л.И. Науменко, С.Н.Зуев // Научные ведомости: Серия Естественные науки, 2012. – № 21 (140). – С. 114-117.
4. Винокуров В.Ю. Колибактериоз (эшерихиоз) кур (эпизоотология, диагностика, профилактика и меры борьбы): диссертация ... кандидата ветеринарных наук : 06.02.02 / Донской государственный аграрный университет. – пос. Персиановский, 2010.
5. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках: учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов. М.: Высшая школа. – 1979. – 456 с.
6. Макаров В.В. Синантропизация, ветеринарная эпидемиология и зоонозы // Ветеринарная Патология – № 4 (38), 2011. – С. 7-18.
7. Пат. 2471549 Российская Федерация, МПК В01J20/12. Сорбент / В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Н.А. Воловичева, С.В. Королькова, В.Н. Скворцов, Л.А. Козубова, Г.В. Фролов, А.В. Панина, Н.А. Сафонова Заявитель и патентообладатель Белгород, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет" (НИУ "БелГУ") – № 2011112702; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.01.2013.
8. Перистый В.А. Теоретическое обоснование получения микросуспензий монтмориллонитовых глин для практического использования в качестве сорбента в птицеводстве / В.А. Перистый, А.И. Везенцев, В.Д. Буханов, Л.Ф. Перистая, Е.В. Добродомова, Р.Н. Саенко, А.А. Шапошников, Г.В. Фролов // Материалы IV Международной конференции (НИУ «БелГУ» 24-28 сентября 2012 года) «Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья». – Белгород, 2012. – С. 127-130.
9. Тараканов Б. Г. Механизмы действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животных // Ветеринария. – 2000. – №1. – С. 47-54.
10. Bergdolf M. S. Microbial Toxins. – 1970. – Vol. 3. – P. 467-474.

#### References

1. Bedniagin V.E. Atipichnaia forma kolibakterioza porosiat Avtoref. Dis. na kand. vet. nauk / Moskovskaia gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi meditsiny i biotekhnologii im. K.I.Skriabina. M., 2000.
2. Bukhanov V.D. Primenenie aktivirovannoi montmorillonitovoi gliny v ostrom eksperimente na tsypliatakh broilerakh, zarazhennykh kolibakteriozom i sal'monellezom / V.D. Bukhanov [i dr.] // Aktual'nye vo-prosy veterinarnoi biolo-gii. – 2011. – № 4. – S. 51-57.



3. Vezentsev, A.I. Izuchenie vliianiia veterinarnogo preparata «biofrada» na morfofunktsional'nye kharakteristiki vnutrennikh organov belykh krysi i svinei / A.I. Vezentsev, V.D. Bukhanov, N.P. Zuev, G.V. Frolov, L.I. Naumenko, S.N.Zuev // Nauchnye vedomosti: Seriya Estestvennye nauki, 2012. – № 21 (140). – S. 114-117.
4. Vinokurov V.Iu. Kolibakterioz (esherikhioz) kur (epizootologiya, diagnostika, profilaktika i mery bor'by): dissertatsiya ... kandidata veterinarnykh nauk : 06.02.02 / Donskoi gosudarstvennyi agrarnyi univer-sitet. – pos. Persionovskii, 2010.
5. Egorov N. S. Osnovy ucheniia ob antibiotikakh: uchebnoe posobie dlia studentov biologicheskikh spetsial'nostei universitetov. M.: Vysshaia shkola. – 1979. – 456 s.
6. Makarov V.V. Sinantropizatsiia, veterinarnaia epidemiologiia i zoonozy // Veterinarnaia Patologiia – № 4 (38), 2011. – S. 7-18.
7. Pat. 2471549 Rossiiskaia Federatsiia, MPK B01J20/12. Sorbent / V.D. Bukhanov, A.I. Vezentsev, N.A. Volovicheva, S.V. Korol'kova, V.N. Skvortsov, L.A. Kozubova, G.V. Frolov, A.V. Panina, N.A. Safonova Zaiavi-tel' i patentoobladatel' Belgorod, Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniia "Belgorodskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet" (NIU "BelGU") – № 2011112702; zaiavl. 04.04.2011; opubl. 10.01.2013.
8. Peristy V.A. Teoreticheskoe obosnovanie polucheniia mikrosuspensii montmorillonitovykh glin dlia prakticheskogo ispol'zovaniia v kachestve sorbenta v pitsevodstve / V.A. Peristy, A.I. Vezentsev, V.D. Bukhanov, L.F. Peristaia, E.V. Dobrodomova, R.N. Saenko, A.A. Shaposhnikov, G.V. Frolov // Materialy IV Mezhdunarodnoi konferentsii (NIU «BelGU» 24-28 sentiabria 2012 goda) «Sorbenty kak faktor kachestva zhizni i zdorov'ia». – Belgorod, 2012. – S. 127-130.
9. Tarakanov B. G. Mekhanizmy deistviia probiotikov na mikrofloru pishchevaritel'nogo trakta i organizm zhivotnykh // Veterinariia. – 2000. – №1. – S. 47-54.
10. Bergdolf M. S. Microbial Toxins. – 1970. – Vol. 3. – P. 467-474.

#### Информация об авторах

Зуев Н.П., доктор ветеринарных наук, профессор кафедры незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1., п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, zuev\_1960\_nikolai@mail.ru, 89040824683.

Буханов Владимир Дмитриевич, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры НИУ БелГУ, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», e-mail: bukhanov@bsu.edu.ru, тел. 8-980-376-12-92.

Везенцев Александр Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии НИУ БелГУ, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru, тел. 8-908-780-70-25

Арсеенко Елена Анатольевна – доцент кафедры теории и методики физической культуры НИУ БелГУ, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». e-mail: arseenko@bsu.edu.ru

Курбанов Руслан Замирович, аспирант кафедры незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский, факультет ветеринарной медицины.

Логачев Андрей Витальевич, аспирант кафедры незаразной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский, факультет ветеринарной медицины.

Зуева Екатерина Николаевна, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский, факультет ветеринарной медицины.

#### Information about authors

Zuev N. P. doctor of veterinary Sciences, Professor of the Department of noncontagious pathology of the Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, Vavilova str., 1., Maisky, Belgorod region, Belgorod oblast, Russia, 308503, zuev\_1960\_nikolai@mail.ru, 89040824683.

Bukhanov Vladimir Dmitriyevich, candidate of vet.N., associate Professor of Department of theory and methodology of physical education, national research university "BelSU", Russia, 308015, Belgorod, Pobeda St., 85, Federal STATE Autonomous educational institution "Belgorod state national research University".

Vezencev Aleksandr Ivanovich – doctor of technical Sciences, Professor, head of General chemistry Department, national research university Belgorod state University, Russia, 308015, Belgorod, Pobeda St., 85, Federal state Autonomous educational institution "Belgorod state national research University" e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru Tel 8-908-780-70-25.

Arseenko, Elena – associate Professor of Department of theory and methodology of physical education, national research university "BelSU", Russia, 308015, Belgorod, Pobeda St., 85, Federal state Autonomous educational institution "Belgorod state national research University". e-mail: [arseenko@bsu.edu.ru](mailto:arseenko@bsu.edu.ru).

Kurbanov Ruslan Zamirovich, post-graduate student of the Department of noncontagious pathology of the Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod district, village Mayskiy fact of veterinary medicine.

Logachev Andrey V., post-graduate student of the Department of noncontagious pathology of the Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod district, village Mayskiy, faculty of veterinary medicine.

Zueva Ekaterina Nikolaevna Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod district, village Mayskiy, faculty of veterinary medicine.

УДК 619:615.099; 619:615.9

М.П. Семененко, С.И. Кононенко, Е.В. Тяпкина, Е.В. Кузьминова

## ЭНТЕРОСОРБЦИЯ КАК МЕТОД ОБЩЕЙ ДЕТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА ПРИ СОЧЕТАННЫХ МИКОТОКСИКОЗАХ У ЖИВОТНЫХ

**Аннотация.** В результате интенсификации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве возросла опасность загрязнения и накопления в продукции животноводства ксенобиотиков различного происхождения, которые, сохраняя свои токсические свойства, по кормовым цепочкам попадают в организм животных и птицы. Снижение воздействия токсинов на животных возможно осуществлять за счет энтеросорбции. К веществам, обладающим этой способностью, относятся природные алюмосиликатные минералы – бентониты и препараты на их основе. В экспериментах был изучен метод энтеросорбции при сочетанных микотоксикозах с помощью природных алюмосиликатных минералов и препаратов на их основе: щелочноземельного бентонита Кантеминовского месторождения; нонтронита – железистой разновидности монтмориллонита; тионитрита-S – комплексного препарата, включающего в себя нонтронит и натрия тиосульфат. Изучение эффективности препаратов было проведено на лабораторных крысах, которым предварительно в течение двух недель скармливался корм, содержащий споры грибов *Aspergillus nidulans*, *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Penicillium*, а также микотоксины – фумонизин В1, охратоксин А, Т-2 токсин, зearаленон, суммарное содержание которых превышало максимально допустимые уровни. Опытным группам крыс в корма добавляли сорбенты из расчета 2% к массе рациона. Установлено, что применение препаратов из группы природных алюмосиликатных минералов лабораторным крысам на фоне хронического сочетанного микотоксикоза способствует снижению токсической нагрузки на организм, проявившимся улучшением клинического состояния животных. Зафиксирована нормализация морфологических и биохимических факторов крови: количество эритроцитов у крыс опытных групп превышало показатели контрольных аналогов на 7,2%, 12,5% и 11,8%, а уровень гемоглобина – на 7,9%, 15,4% и 13,9% соответственно; концентрация холестерина в опытных группах была выше контроля на 17,6%, 11,8% и 35,3%; динамика снижения активности трансфераз составила в 1,52, 1,64 и 2,86 раза – по аланинаминотрансферазе и в 1,35, 1,32 и 1,69 раза – по аспаратаминотрансферазе соответственно по группам. Установлено уменьшение степени эндогенного («метаболического») токсикоза. При этом, в сравнительном аспекте, наиболее выраженный терапевтический эффект при микотоксикозах был выявлен у тионитрита-S.

**Ключевые слова:** энтеросорбция, микотоксины, алюмосиликатные минералы, лабораторные крысы, кровь, молекулы средней массы.

## ENTEROSORPTION AS A METHOD OF GENERAL DETOXICATION OF THE ORGANISM IN COMBINED MYCOTOXICOSIS OF ANIMALS

**Abstract.** As a result of the intensification of technological processes in agricultural production, the risk of pollution and accumulation of xenobiotics of various origins in the production of livestock, which, while retaining their toxic properties, fall into the organism of animals and poultry by feeding chains. Reduction of the effects of toxins on animals can be achieved through enterosorption. Substances, that have this ability, include natural aluminosilicate minerals - bentonites and preparations on their basis. During experiments the method of enterosorption was studied in combined mycotoxicoses with the help of natural aluminosilicate minerals and preparations based on them: alkaline earth bentonite of the Kanteminovsky field; nontronite - a glandular variety of montmorillonite; thionitrite-S-complex preparation, which includes nontronite and sodium thiosulfate. A study of the efficiency of the preparations was carried out on laboratory rats fed for two weeks with food containing spores of fungi *Aspergillus nidulans*, *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Penicillium*, as well as mycotoxins - fumonisin B1, ochratoxin A, T-2 toxin, zearalenone, the total content of which exceeded the maximum permissible levels. Experimental groups of rats got sorbents to the feed at the rate of 2% to the weight of the ration. It was found out that the use of preparations from the group of natural aluminosilicate minerals to laboratory rats against the background of chronic combined mycotoxicosis helps to reduce the toxic load on the body, which is manifested by an improvement in the clinical state of animals. Normalization of morphological and biochemical factors of blood was noticed: the number of erythrocytes in rats of experimental groups exceeded the parameters of control analogues by 7,2%, 12,5% and 11,8%, and hemoglobin exceeded by 7,9%, 15,4% and 13,9%, respectively; the concentration of cholesterol in the experimental groups was above control by 17,6%, 11,8% and 35,3%; the dynamics of decrease in the activity of transferases was in 1,52, 1,64 and 2,86 times for alanine aminotransferase and in 1,35, 1,32 and 1,69 times for aspartate aminotransferase, respectively in groups. A decrease in the degree of endogenous ("metabolic") toxicosis has been proved. At the same time, in a comparative aspect the most pronounced therapeutic effect in mycotoxicoses was in thionitrite-S.

**Keywords:** enterosorption, mycotoxins, aluminosilicate minerals, laboratory rats, blood, molecules of medium mass

В результате интенсификации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве возросла опасность загрязнения и накопления в продукции животноводства ксенобиотиков различного происхождения – пестицидов, радионуклидов, тяжелых металлов, нитратов, бактериальных клеток, плесневых грибов и их токсинов, которые, сохраняя свои токсические свойства, по кормовым цепочкам попадают в организм животных и птицы [13].

Среди ксенобиотиков наиболее опасными являются вещества биологического происхождения. Южные районы России, в том числе, Краснодарский край, где в большинстве сезонов года отмечается повышенная влажность при достаточно высоких температурных режимах, благоприятствующие росту и размножению плесневых грибов, являются зонами повышенного токсического риска. Корма, обсемененные микроскопическими грибами, не только меняют свое качество и питательную ценность, но и содержат высокотоксичные метаболиты жизнедеятельности – микотоксины. В настоящее время известно более 300 видов микотоксинов и их список постоянно пополняется [6,7].

Попадая в живой организм, микотоксины вызывают не только снижение продуктивности, но и целый спектр трудно диагностируемых хронических заболеваний, тяжесть которых зависит от степени зараженности кормовых рационов токсинами, а также возраста и физиологического состояния животного. Причем часто наблюдается эффект синергического действия микотоксинов, при котором их влияние резко усиливается. Их совместное действие предугадать очень трудно, так как оно зависит не только от сочетания отдельных видов продуцирующих их грибов, но и от концентраций микотоксинов [1].

На практике токсичность кормов обнаруживается, как правило, с большим опозданием, когда уже имеются явные признаки отравления: вялость, снижение аппетита, темпов роста и развития, развитие диареи, острые кишечные расстройства, нарушения в воспроизводительной системе.

Снижение общего токсического воздействия ксенобиотиков на животных возможно осуществлять за счет направленной детоксикации организма, в том числе, с помощью энтеросорбции. Благодаря простоте, безопасности и экономичности, этот метод сегодня выходит на одно из лидирующих мест как при экзо-, так и эндотоксикозах животных и птицы.

При этом, эффект от энтеросорбентов обусловлен как прямым, так и опосредованным действием. Прямое действие сорбентов – это фиксация и выведение из желудочно-кишечного тракта бактериальных и микотоксинов, эндогенных недоокисленных продуктов биологического синтеза, сорбция патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, связывание газов. Опосредованное действие – нормализация и коррекция обменных процессов, ослабление токсической нагрузки на детоксикационные органы (печень, почки), улучшение кровообращения, повышение общей резистентности организма животных [12].

К веществам, обладающим сорбционной активностью относятся природные алюмосиликатные минералы – бентониты и препараты на их основе, которые благодаря своим физико-химическим свойствам и строению кристаллической решетки способны эффективно связывать и удалять из организма токсичные вещества [8,9].

Механизм адсорбирующего действия бентонитов заключается в том, что вода, метаболиты и токсические вещества диффундируют к внешней поверхности частицы сорбента, с помощью внутренней диффузии поступают по макропорам в мезопоры, в которых происходит процесс адсорбции путем объемного заполнения мезопор [4,14].

Кроме того, благодаря избыточному отрицательному заряду на поверхности, бентониты активно притягивают и удерживают полярные функциональные группы молекул токсинов, создавая на их основе новые структурные соединения, которые за счет увеличения своих размеров не способны сорбироваться внутренними стенками кишечника. Связанные микотоксины фиксируются на поверхности частиц сорбента, что предотвращает их всасывание и

распространение по организму и затем выделяются с фекалиями [5,15].

При этом эффективность бентонитов, применяемых в качестве энтеросорбентов, можно усилить за счет введения в их состав веществ, оказывающих патогенетическое и симптоматическое воздействие, направленное на повышение защитных сил, нормализацию гомеостаза и обменных процессов организма, что позволяет не только быстро освободить кишечник от токсичных продуктов, но и успешно восстанавливать функциональную активность органов, выполняющих в организме животных и птицы детоксикационную функцию – печени и почек [16].

С учетом вышесказанного, нами был проведен эксперимент по использованию энтеросорбции как одного из методов этиопатогенетической терапии сочетанного микотоксикоза и профилактики его прогрессирования с помощью природных алюмосиликатных минералов и препаратов на их основе.

Объекты исследования – щелочноземельный бентонит Кантеминовского месторождения, представляющий собой смесь природных алюмосиликатов, важнейшим из которых является монтмориллонит –  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ . Особенностью бентонита данного месторождения является высокое содержание в нем аморфного кремнезема – 24,6-37,2% и оксида калия, что позволяет отнести его к редкой разновидности силицитов группы.

Нонтронит – железистая разновидность монтмориллонита. Характерной структурной особенностью нонтронита является то, что в процессе формирования глинистых минералов, а также на стадиях диагенеза и катагенеза в монтмориллоните происходили изоморфные замещения в октаэдрических сетках, а по последним данным и в тетраэдрических сетках, ионов  $Al^{3+}$  на  $Fe^{3+}$  и  $Fe^{2+}$ .

Тиононтрит-S – комплексный препарат, включающий в себя нонтронит и натрия тиосульфат, оптимальное соотношение которых обеспечивает не только адсорбционный, но и антитоксический и гепатопротекторный эффекты.

Для изучения эффективности данных препаратов в качестве детоксикантов в условиях вивария Краснодарского НИВИ было сформировано четыре группы белых лабораторных крыс со средней массой тела 135-140 г, которым предварительно в течение двух недель скармливался корм, намеренно подвергшийся плесневению в естественных условиях с целью накопления в нем микотоксинов.

Проведенный микологический, токсико-биологический и иммуноферментный анализ корма установил наличие в нем спор грибов *Aspergillus nidulans*, *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Penicillium*, а также микотоксины – фумонизин В1, охратоксин А, Т-2 токсин, зеараленон, суммарное содержание которых превышало максимально допустимые уровни, на основании чего корм был отнесен к разряду токсичных.

Клинические признаки интоксикации микотоксинами у крыс проявлялись повышенной пугливостью и возбудимостью, снижением аппетита при повышенной жажде, ломкостью, тусклостью и взъерошенностью шерстного покрова с участками аллопеций.

Опытным группам крыс в корма добавляли сорбенты (I – бентонит, II – нонтронит, III – тиононтрит-S) из расчета 2% к массе рациона в течение 15 дней. Животные контрольной группы получали только пораженные микотоксинами корма.

Терапевтическое действие бентонита, нонтронита и тиононтрита-S оценивали по клиническому состоянию животных, степени выраженности симптомов интоксикации, динамике массы тела, морфологическим и биохимическим показателям крови, а также уровню сохранности и заболеваемости подопытных крыс.

Лабораторные исследования крови проводились на автоматическом гематологическом анализаторе для *in vitro* диагностики Mythic 18 (ORPHEE Швейцария) и на автоматизированном биохимическом анализаторе Vitalab Flexor (Нидерланды).

Исследования уровня МСМ проводили согласно методике, предложенной Н.И. Габриэлян, В.И. Липатовой (1984). Принцип метода заключается в регистрации

неосаждаемых 10%-ым раствором трихлоруксусной кислоты (ТХУ) компонентов сыворотки крови в диапазоне длин волны  $\lambda = 254$  и 280 нм. путем прямой ультрафиолетовой спектрофотометрии. Концентрацию МСМ выражали показателями в оптических единицах центрифугата, полученного после осаждения белков сыворотки крови раствором трихлоруксусной кислоты.

Полученные в опытах цифровые данные были подвергнуты биометрической обработке с помощью программного обеспечения фирмы Mikrosoft ®, фирмы CarlZeiss ®. Критерий достоверности определяли по таблице Стьюдента.

В ходе проведенного исследования установлена выраженная эффективность всех препаратов с приоритетом по третьей группе (тиононрит-S). Улучшение клинического статуса лабораторных крыс в III группе начали отмечать к 3-4 дню, в первой и во второй – на 6-7 сутки. На фоне положительной динамики в опытных группах состояние контрольных аналогов ухудшалось, и к 10-му дню исследований в группе была зарегистрирована гибель 2-х животных.

Введение в кормовые рационы препаратов оказало определенное положительное влияние и на ростовые характеристики лабораторных животных (таблица 1).

**Таблица 1. Динамика массы тела лабораторных крыс и лечебная эффективность препаратов при сочетанном микотоксикозе (n=10, M±m)**

Группы	Масса тела в начале опыта, г	Масса тела в конце опыта, г	Среднесуточный прирост, г	Лечебная эффективность, %	Выживаемость, %
Опытная 1 ТР+2% бентонита	138,5±1,85	158,7 ±3,13*	0,96	80	100
Опытная 2 ТР+2% нонтронита	142,4±2,71	163,2±3,28	0,99	80	100
Опытная 3 ТР+ 2% тиононрита-S	137,3±2,33	160,5±3,18*	1,10	90	100
Контроль, ТР	140,2± 2,53	156,1±3,02	0,76	-	80

Где, ТР – токсичный рацион  
Степень достоверности: \* –  $P \leq 0,05$  к контролю

К концу экспериментального периода средний вес крыс первой опытной группы увеличился на 20,2 г (или 14,5%), второй опытной группы – на 20,8 г (14,5%), третьей – соответственно – на 23,2 г (16,9%) в отличие от животных негативного контроля, у которых значения данного показателя варьировали на уровне 15,9 г. При этом среднесуточный прирост массы тела крыс первой опытной группы превысил уровень контрольных аналогов на 26,0%, второй опытной группы – на 30,3%, третьей опытной группы – 44,7%. Таким образом, в относительном выражении самый высокий прирост массы тела и, соответственно, среднесуточный прирост наблюдался у крыс, получавших с кормами тиононрит-S.

Назначение сорбентов сопровождалось положительными изменениями ряда морфологических и биохимических показателей (таблица 2). Отмечено стимулирующее влияние препаратов на эритропоэз и гемопоз за счет активно вступающих в процесс кроветворения катионов железа ( $Fe^{2+}$  и

$Fe^{3+}$ ) и природно-сбалансированного комплекса микроэлементов – синергистов железа (меди, марганца, цинка), присутствующих в составе исследуемых препаратов. Так, количество эритроцитов у крыс опытных групп превышало показатели контрольных аналогов на 7,2%, 12,5% и 11,8%, уровень гемоглобина – на 7,9%, 15,4% и 13,9% соответственно.

Нормализующее влияние исследуемые препараты оказали на белковый и липидный обмены. Концентрация общего белка по группам увеличилась (на уровне тенденции) относительно крыс контрольной группы на 3,2% (первая группа), 4,1% (вторая группа) и 6,1% (третья группа). Содержание триглицеридов – на 16,5%, 29,4% и 41,2% соответственно, что может свидетельствовать о корригирующем действии препаратов на интенсивность катаболических процессов. Уровень холестерина в опытных группах был выше контроля на 17,6%, 11,8% и 35,3%.

**Таблица 2. Влияние препаратов на показатели крови лабораторных крыс при сочетанном микотоксикозе (M±m, n=10)**

Показатели	Группы животных			
	Опытная 1, TP+ 2% бентонита	Опытная 2, TP+ 2% нонтронита	Опытная 3, TP+ 2% тиононтрита-S	Контроль, TP
RBC (Эритроциты), 10x12/л	6,28±0,08	6,59±0,11	6,55±0,06*	5,86±0,08
WBC (Лейкоциты), 10x9/л	8,2±0,26	8,3±0,22	8,0±0,19	8,7±0,18
HGB (Гемоглобин), г/л	124,4±3,81	133,1±2,64	131,4±1,83*	115,3±3,32
Эозинофилы, %	3,1±0,26	2,4±0,31	2,0±0,26	2,2±0,45
Нейтрофилы, %	31,3±1,13*	28,1±1,58	26,5±1,32*	14,1±1,91
Базофилы, %	0	1,4±0,51	1,2±0,45	1,3±0,37
Лимфоциты, %	63,0±3,47	65,3±3,74	67,2±4,11	81,2±3,96
Моноциты, %	2,6±0,45	2,8±0,52	3,1±0,68	1,2±0,31
СОЭ (по Панченкову)	2,0±0,52	1,7±0,43	1,4±0,52	2,2±0,58
Общий белок, г/л	79,8±2,22	80,5±3,06	82,0±2,96	77,3±2,56
АсАТ, ЕД/л	135,1±4,69*	139,2±7,13	108,6±3,34*	183,3±6,59
АлАТ, ЕД/л	88,9±3,81	82,8±4,82	47,4±5,08*	135,5±6,73
Щелочная фосфатаза, ЕД/л	253,1±5,75**	248,3±6,24	214,7±6,11*	279,2±5,96
Глюкоза, ммоль/л	8,9±0,35	9,1±0,51	9,6±0,49	6,5±0,35*
Мочевина, ммоль/л	12,8±0,55***	12,5±0,42	11,4±0,39	11,6±0,58
Креатинин, мкмоль/л	30,6±1,03	31,4±1,26	27,9±0,65*	33,2±1,15***
Холестерин, ммоль/л	2,0 ±0,12	1,9±0,10	2,3±0,12**	1,7±0,14
Кальций общий, ммоль/л	2,5±0,05*	2,4±0,08	2,4±0,07	2,2±0,04***
Фосфор неорганический, ммоль/л	2,8±0,04*	2,6±0,06	2,8±0,07	2,5±0,04*
Триглицериды, ммоль/л	0,99±0,04*	1,1±0,04	1,2 ±0,07*	0,85±0,03
Билирубин общий, мкмоль/л	11,7±0,62	12,3±0,83	10,8±0,70*	15,1±0,66*
МСМ <sub>254</sub> , усл. ед.	0,20	0,21	0,18	0,28
МСМ <sub>280</sub> , усл. ед.	0,27	0,26	0,23	0,31

Примечание: \* – степень достоверности  $P \leq 0,001$ ;

\*\* – степень достоверности  $P \leq 0,01$ ;

\*\*\* – степень достоверности  $P \leq 0,05$ .

Детоксицирующее действие препаратов оценивалось по изменению индикаторных ферментов – трансфераз, выраженная динамика снижения которых в подопытных группах существенно отличалась от аналогичных показателей животных контрольной группы (в 1,52, 1,64 и 2,86 раза – по аланинаминотрансферазе) и в 1,35, 1,32 и 1,69 раза – по аспаргатаминотрансферазе соответственно. Причем, наибольший эффект был отмечен в третьей опытной группе, крысам которой в корма вводился тиононтрит-S.

Одним из факторов воздействия микотоксинов на печеночные клетки является повышение содержание молекул средней массы (МСМ) в крови с максимумом в период разгара интоксикации. Именно среднемолекулярные пептиды, образующиеся в процессе протеолиза в поврежденных тканях, а также в самой сыворотке при выходе в кровь протеолитических ферментов и являются основным субстратом, ответствен-

ным за возникновение патологических эффектов эндогенной интоксикации при различных заболеваниях. То есть, нарушение функционирования протеазной и антипротеазной систем в результате активации протеолиза приводит к накоплению большого количества продуктов деградации белков [2].

Изучение уровня молекул средней массы значительно расширяет возможности углубленного понимания процессов, протекающих в организме при различного рода метаболических изменениях, возникающих при микотоксикозах.

При этом уровень молекул средней массы, варьируя в зависимости от состояния организма, служит прогностическим критерием нарушения обменных процессов. В медицине к настоящему времени достаточно подробно изучено биологическое действие МСМ. Многие из них обладают нейротоксической активностью, угнетают процессы биосинтеза белка, способны подавлять ак-

тивность ряда ферментов, разобщают процессы окисления и фосфорилирования, нарушают механизмы регуляции синтеза адениловых нуклеотидов, изменяют транспорт ионов через мембраны, эритропоз, фагоцитоз, микроциркуляцию, лимфодинамику, вызывают состояние вторичной иммунодепрессии.

Однако в процессе эффективной терапии снижение уровня веществ группы средних молекул опережает период устранения клинических признаков заболевания. Поэтому определение концентрации МСМ в биологических средах организма является одним из наиболее информативных и доступных способов оценки выраженности интоксикации и эффективности лечения при многих патологических состояниях [3,9].

Учитывая, что МСМ являются универсальными маркерами интоксикации, нами в ходе эксперимента определялся уровень среднемoleкулярных пептидов в сыворотке крови подопытных животных. А поскольку СМ имеют различные размеры (их молекулярная масса колеблется от 300 до 5000 дальтон), их измерения проводились на различных длинах волн.

В ходе проведенных исследований установили, что показатели уровня МСМ (при длине волны  $\lambda = 254$  нм) первой и второй опытных групп относительно контроля

снизились в 1,4 и 1,3 раза, тогда как наиболее низкий уровень средних молекул отмечался в третьей опытной группе (0,18 усл. ед.). При этом снижение составило 1,56 раза, что может свидетельствовать о более выраженном корригирующем влиянии тиононтрита-S на функциональную активность систем детоксикации и катаболизм белков.

Об адекватном выведении продуктов экзо- и эндогенной интоксикации и снижении продуктов пептидной природы в крови крыс опытных групп свидетельствует и снижение уровня средних молекул при длине волны  $\lambda = 280$  нм – в 1,15, 1,19 и 1,35 раза.

Таким образом, результаты настоящего исследования показали, что применение сорбентов из группы природных алюмосиликатных минералов лабораторным крысам на фоне хронического сочетанного микотоксикоза, способствует снижению токсической нагрузки на организм, улучшению клинического состояния, нормализации морфологических и биохимических факторов крови, а также уменьшению выраженности эндогенного («метаболического») токсикоза. При этом, в сравнительном аспекте, наиболее выраженный терапевтический эффект был выявлен у тиононтрита-S, что обусловлено более сложным действием препарата, основанным на синергизме двух различных механизмов действия.

#### Библиография

1. Антипов В.А. Воздействие сочетанных микотоксикозов на организм крупного рогатого скота / В.А. Антипов, П.В. Мирошниченко, А.Н. Трошин, А.Х. Шантыз // Ветеринария и кормление 2016. №2 С. 42-45.
2. Гидулянов А. А. Молекулы средней массы как биомаркеры оценки антропогенного загрязнения окружающей среды. Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 10. С. 186–188.
3. Громышевская Л.Л. Средние молекулы как один из показателей «метаболической интоксикации» в организме / Л.Л. Громышевская // Лаб. диагностика. – 1997. – № 1. – С. 11–16.
4. Использование природных бентонитов в животноводстве и ветеринарии /М.П. Семененко, В.А. Антипов, Е.В. Кузьмина, А.Н. Трошин, Е.В. Тяпкина, А.В. Ферсунин //Краснодар, 2014. – 51 с.
5. Кононенко С.И. Природная кормовая добавка в рационах животных / С.И. Кононенко, З.В. Псхациева, Н.А. Юрина // Вестник аграрной науки Дона. 2017. Т. 1. № 37. С. 76-84.
6. Максим Е.А. способы повышения продуктивности рационов при помощи кормовых добавок / Е.А. Максим, Н.А. Юрина, В.В. Ерохин, Н. Н. Есауленко, А. А. Келейников, С. И. Кононенко и др. //Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 47. С. 109-112.
7. Мирошниченко П.В. Сочетанные микотоксикозы свиней в Краснодарском крае / П.В. Мирошниченко // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2007.
8. Средство для профилактики и лечения токсикозов сельскохозяйственных животных и птицы / В.И. Семенцов, М.П. Семененко, В.А. Антипов, В.Ф. Васильев, И.А. Болоцкий и др. Патент на изобретение RU 2327472 20.12.2006.
9. Модифицированный метод определения среднемoleкулярных пептидов в биологических жидкостях / А. Е. Черницкий, В. И. Сидельникова, М. И. Рецкий // Ветеринария. - 2014. - № 4 (апрель). - С. 56-58. - Библиогр.: с. 58.



10. Равилов А.З. Фармакологическая активность и эффективность энтеросорбента приминкор при микотоксикозах птиц и свиней / А.З. Равилов, В.С. Угрюмова, В.А. Антипов, М.П. Семененко, В.Ф. Васильев// *Технология животноводства*. 2010. № 9-10. С. 11-14.
11. Савинков А.В. Опыт применения энтеросорбента «Приминкор» в качестве лечебно-профилактического средства при различных патологиях сельскохозяйственных животных и птиц / А.В. Савинков, М.П. Семененко // В сборнике: *Комплексное обеспечение благополучного развития животноводства. Материалы семинаров*. 2011. С. 19-25.
12. Семененко М.П. Современный подход к возможностям применения природных сорбентов в ветеринарии / М.П. Семененко // В сборнике: *Актуальные проблемы современной ветеринарной науки и практики. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института. ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт»; ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»* 2016. С. 95-97.
13. Семененко М.П. Фармакология и применение бентонитов в ветеринарии /Семененко Марина Петровна: диссертация... доктора вет. наук: / ФГОУВПО «Кубанский государственный аграрный университет». Краснодар, 2008.- 348 с.
14. Тяпкина Е.В. Фармако-токсикологическое обоснование применения нонтронита в ветеринарии/ Тяпкина евгения Викторовна: диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Краснодар, 2002.
15. Prospects for the use of natural aluminosilicate minerals veterinary Antipov V.A., Semenenko M.P., Fontanetsky A.S., Matyushevsky L.A. *Veterinary Medicine*. 2007. № 8. С. 54.
16. Semenenko M.P., Kuzminova E.V., Koschaev A.G. Realization of the bioresource potential of the broiler chickens when using the natural bentonites. *Advances in Agricultural and Biological Sciences*. 2017. Т. 3. № 1. С. 19-24.

#### References

1. Antipov V.A. The effect of combined mycotoxicoses on the organism of cattle / V.A. Antipov, P.V. Miroshnichenko, A. Troshin, A.Kh. Shantyz // *Veterinary Medicine and Feeding* 2016. №2, P. 42-45.
2. Gidulyanov A.A. Molecules of medium mass as biomarkers for the estimation of anthropogenic pollution of the environment. *Ecosystems, their optimization and protection*. 2014, 10, 186-188
3. Gromyshevskaya L.L. Medium molecules as one of the indicators of «metabolic intoxication» in the body / L.L. Gromyshevskaya // *Lab. diagnostics*. - 1997. - No. 1. - P. 11-16.
4. Use of natural bentonites in livestock and veterinary medicine. M.P. Semenenko, V.A. Antipov, E.V. Kuzminova, A.N. Troshin, E.V. Tyapkina, A.V. Fersunin // *Krasnodar*, 2014. – 51 p.
5. Kononenko S.I. Prirodnaja kormovaja dobavka v racionah zhivotnyh / S.I. Kononenko, Z.V. Pshacieva, N.A. Jurina // *Vestnik agrarnoj nauki Dona*. 2017. Т. 1. № 37. S. 76-84.
6. Maksim E.A. Sposoby povyshenija produktivnosti racionov pri pomoshhi kormovyh dobavok / E.A. Maksim, N.A. Jurina, V.V. Erohin, N. N. Esaulenko, A. A. Kelejniov, S. I. Kononenko i dr. // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. № 47. S. 109-112.
7. Miroshnichenko P.V. Combined mycotoxicosis of pigs in the Krasnodar Territory / P.V. Miroshnichenko // abstract of author's dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of veterinary sciences / *Kuban State Agrarian University*. Krasnodar, 2007.
8. Means for the prevention and treatment of toxicoses of agricultural animals and poultry / V.I. Sementsov, M.P. Semenenko, V.A. Antipov, V.F. Vasiliev, I.A. Bolotsky and others. Patent for invention *RUS 2327472 20.12.2006*.
9. Chernitsky A.E., Sidelnikova V.I., Retskiy M.I. Modified method for the determination of medium molecular peptides in biological fluids. *Veterinary Medicine*. 2014, 4, 56-58.
10. Ravilov A.Z. Pharmacological activity and efficiency of enterosorbent primkor in mycotic toxicosis of poultry and pigs / A.Z. Ravilov, V.S. Ugryumova, V.A. Antipov, M.P. Semenenko, V.F. Vasiliev // *Technology of livestock*. 2010. № 9-10. P. 11-14.
11. Savinkov A.V. Experience of application of enterosorbent "Priminkor" as a therapeutic and prophylactic mean for various pathologies of farm animals and birds / A.V. Savinkov, M.P. Semenenko // *Complex maintenance of successful development of cattle breeding. Materials of seminars*. 2011. P. 19-25.
12. Semenenko M.P. Modern approach to the possibilities of using natural sorbents in veterinary medicine / M.P. Semenenko // *Actual problems of modern veterinary science and practice. Materials of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 70th anniversary of the Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute. FSBSI "Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute"; FSBEI HPE "Kuban State Agrarian University"* 2016. P. 95-97.
13. Semenenko M.P. Pharmacology and the use of bentonites in veterinary medicine / Semenenko Marina Petrovna: the dissertation of doctor of Vet. Science / *FSEI HPE "Kuban State Agrarian University"*. Krasnodar, 2008.-348 p.
14. Tyapkina E.V. Farmako-toxicological justification for the use of nontronite in veterinary medicine / Tyapkina Evgenia Viktorovna: dissertation for the degree of candidate of veterinary sciences / *Krasnodar*, 2002.
15. Prospects for the use of natural aluminosilicate minerals veterinary Antipov V.A., Semenenko M.P., Fontanetsky A.S., Matyushevsky L.A. *Veterinary Medicine*. 2007. № 8. С. 54.

16. Semenenko M.P., Kuzminova E.V., Koschaev A.G. Realization of the bioresource potential of the broiler chickens when using the natural bentonites. *Advances in Agricultural and Biological Sciences*. 2017. Т. 3. № 1. С. 19-24.

#### Сведения об авторах

Семененко Марина Петровна, доктор ветеринарных наук, заведующая отделом фармакологии Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института – обособленного структурного подразделения ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», 350004, г. Краснодар, ул. 1-я Линия, 1. 8(861)221-62-20. E-mail: [sever291@mail.ru](mailto:sever291@mail.ru)

Кононенко Сергей Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», 350055, г. Краснодар, пос. Знаменский, ул. Первомайская, 4, тел. 8(861)260-87-73. E-mail: [Kononenko@nm.ru](mailto:Kononenko@nm.ru)

Тяпкина Евгения Викторовна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела фармакологии Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института – обособленного структурного подразделения ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», 350004, г. Краснодар, ул. 1-я Линия, 1, тел. 8(861)221-62-20. E-mail: [niva1430@mail.ru](mailto:niva1430@mail.ru)

Кузьминова Елена Васильевна, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник отдела фармакологии Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института – обособленного структурного подразделения ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», 350004, г. Краснодар, ул. 1-я Линия, 1, тел. 8(861)221-62-20. E-mail: [niva1430@mail.ru](mailto:niva1430@mail.ru)

#### Information about authors

Marina Petrovna Semenenko – Doctor of Veterinary Science, Head of the Department of Pharmacology of Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute Detached Unit of FSBSI «Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine», 350004, Krasnodar, 1st Line St., 1, phone: 8(861)221-62-20.

E-mail: [sever291@mail.ru](mailto:sever291@mail.ru).

Sergei Ivanovich Kononenko – Doctor of Agricultural Sciences, professor, Deputy Director for Science of FSBSI «Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine». 350055, Krasnodar, village Znamensky, 4 Pervomayskaya St. phone: (8612)60-87-73. E-mail: [Kononenko@nm.ru](mailto:Kononenko@nm.ru) <mailto:naden8277@mail.ru>.

Evgenya Viktorovna Tyapkina – Ph.D. in Veterinary Science, Senior of the Pharmacology Department of Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute Detached Unit of FSBSI «Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine», 350004, Krasnodar, 1st Line St., 1, phone: 8(861)221-62-20. E-mail: [jane-tyapkina@ya.ru](mailto:jane-tyapkina@ya.ru)

Elena Vasilyevna Kuzminova – Doctor of Veterinary Science, the leading scientific researcher of the Department of Pharmacology of Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute Detached Unit of FSBSI «Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine», 350004, Krasnodar, 1st Line St., 1, phone: 8(861)221-62-20. E-mail: [niva1430@mail.ru](mailto:niva1430@mail.ru)

УДК: 619(091)(470.325)

*В.Н. Скворцов, А.В. Деркач, А.А. Присный, В.В. Невзорова*

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С БЕШЕНСТВОМ В БЕЛГОРОДСКОМ УЕЗДЕ В 20-е ГОДЫ XX ВЕКА

**Аннотация.** В статье проанализирована эпизоотическая обстановка по бешенству в Белгородском уезде, сложившаяся в 20-е годы XX века. Болезнь имела широкое распространение, но в силу ряда причин не все заболевшие животные попадали в ветеринарную отчетность. Статистика не отражала истинного положения о распространении бешенства. Основной причиной появления и распространения болезни было большое количество бродячих собак, а также непринятие мер по их уничтожению. Данное заболевание наносило значительный экономический ущерб, и было смертельно опасным для человека. Складывавшаяся обстановка по бешенству как в городе, так и в селениях уезда, побудила местные власти обратить серьезное внимание на эту проблему. Белгородский уездный исполнительный комитет в 1927 году принял обязательные постановления по борьбе с бешенством. Главное внимание в постановлении было направлено на борьбу с основными распространителями болезни – бродячими собаками и кошками. Местные власти незамедлительно требовали произвести регистрацию собак в г. Белгороде. Бродячие, то есть не имевшие хозяина собаки и кошки, подлежали обязательной ловле и уничтожению. В случаях появления бешеных волков на местные власти возлагалась организация мер по их уничтожению при условии согласования этого вопроса с обществом охоты. Сельскохозяйственные животные, заподозренные в укушении бешеными животными, могли быть подвергнуты прививкам против данного заболевания. Владельцы сельскохозяйственных животных, находившихся под ветеринарно-врачебным надзором, обязаны были выполнять определенные требования. Мясо от животных, убитых без разрешения ветеринарного врача, подлежало уничтожению. За животными подозрительными в заболевании бешенством или укушенными бешеными животными устанавливалось наблюдение в течение 60-180 дней. Плата за регистрацию собак и кошек была установлена в размере 20-50 копеек. Для лиц, виновных в нарушении обязательного постановления, были предусмотрены штрафные санкции.

**Ключевые слова:** бешенство, бродячие собаки, мероприятия по борьбе с бешенством, сельскохозяйственные животные, Белгородский уезд, ветеринарный отчет.

### THE DISTRIBUTION AND ACTIONS FOR FIGHT AGAINST THE RABIES IN THE BELGOROD REGION IN THE 20th YEARS OF THE XX CENTURY

**Abstract.** The epizootic situation about rabies in the Belgorod region which developed in the 20th years of the 20th century is analysed in the article. The disease had a wide spread occurrence, but for a variety of reasons not all sick animals were included in the veterinary reporting. The statistics did not reflect the true position about spread of rabies. A large number of stray dogs and also rejection of measures for their destruction was the main reason for emergence and spread of a disease. This disease caused the significant economic damage and was deadly to the human. The developing situation about rabies both in the city, and in settlements of the region, induced local authorities to draw close attention to this problem. The Belgorod district executive committee in 1927 adopted obligatory resolutions on fight against a rabies. The main attention in the resolution was directed to fight against the main distributors of a disease – stray dogs and cats. Local authorities immediately demanded to make filing of dogs in Belgorod. The dogs and cats, is not having the owner, were liable to obligatory catching and destruction. In cases of appearance of rabietic wolves the organization of measures for their destruction on condition of coordination of this question with society of hunting was assigned to local authorities. The farm animals suspected of bite by rabietic animals could be subjected to this disease inoculation. Owners of the farm animals who were under veterinary and medical supervision were obliged to fulfill particular requirements. Meat from the animals killed without the permission of the veterinarian was liable to destruction. For animals suspicious in a disease of rabies or bitten by rabietic animals observation within 60-180 days was established. The payment for filing of dogs and cats was established of 20-50 kopeks. For the persons guilty of violation of the obligatory resolution, penalties were provided.

**Keywords:** rabies, stray dogs, actions for fight against a rabies, farm animals, Belgorod region, veterinary report.

Бешенство – «зооноз номер один» – наиболее тяжелая инфекция, общая для животных и человека в естественных условиях. В России бешенство существует в течение всего обозримого периода и имеет интересную историю [7].

В Российской Империи, СССР и России люди на протяжении 480 лет заражались бешенством при контакте с 21 видом млекопитающих [13].

В конце XIX- начале XX веков бешенство было широко распространено на Белгородчине. Причиной распространения болезни служили бродячие собаки и волки.

В отдельные годы бешенство грозило принять повальный характер. Все это говорило о необходимости принятия неотложных мер по борьбе с этой болезнью [9, 10, 12].

В то время как увеличение заболеваемости бешенством в большинстве европейских стран ликвидировалось энергичными мерами, бешенство в СССР продолжало расти, представляя серьезную угрозу здравоохранению страны [14].

По данным Н.А. Михина [8] в 20-е годы в России отмечался непрерывный и повсеместный рост, как эпизоотии бешенства, так и числа людей, укушенных бешеными животными.

Цель данной работы заключается в изучении эпизоотической обстановки по бешенству в г. Белгороде и его уезде в 20-е годы XX века.

В изучаемый период на территории Белгородского уезда бешенство было распространено повсеместно и часто принимало характер эпизоотий. Данное заболевание наносило значительный экономический ущерб, как хозяйствам, так и уезду в целом. Точных цифровых данных по эпизоотической ситуации не было, а иногда они и вовсе отсутствовали. Во второй половине 1921 года из некоторых уездов губернии стали поступать ветеринарные отчеты, в которых приводились очень скудные данные о заболеваниях животных, в том числе и о бешенстве [11].

Из документов, хранящихся в Государственном архиве Белгородской области (ГАБО) видно, что в марте 1920 года в селе Долбино от бешенства пала одна корова, а на втором ветеринарном участке заболели и были убиты две собаки. В мае 1921 г. отмечено 20 случаев данного заболевания. В период с октября 1922 по октябрь 1923 гг. бешенство было зарегистрировано в единичных случаях и широкого распространения не имело [1].

С 1 октября 1924 по 1 октября 1925 гг. в г. Белгороде поймано и уничтожено 83 собаки, в уезде – 65. Кроме того, убито 4 головы крупного рогатого скота и 2 овцы [2].

В отчетный период 1925-1926 гг. заболевание отмечалось в 55 пунктах, в кото-

рых заболело, пало и было убито 103 животного, из них 33 головы крупного рогатого скота, 2 лошади, 67 собак и волк.

С 1 октября 1926 года по 1 июля 1927 года бешенство приняло значительное распространение. В 30 пунктах уезда заболели и были убиты 53 собаки, 15 голов крупного рогатого скота и 5 лошадей. Основной мерой борьбы являлся налог на собак, как в городе, так и в деревне [3].

В виду все усиливавшегося распространения болезни, что являлось постоянной угрозой животноводству и здоровью населения, Белгородский уездный исполнительный комитет в 1927 году принял обязательные постановления по борьбе с бешенством в городе и в уезде [5].

Успешная борьба с бешенством могла вестись только в плановом порядке с привлечением к нему всех имевшихся ветеринарных работников и при активном взаимодействии органов власти и населения на местах. Главное внимание в постановлении было направлено на борьбу с основными распространителями болезни – бродячими собаками и кошками. Местные власти незамедлительно требовали произвести регистрацию собак в г. Белгороде. Эта работа должна была быть выполнена отделом коммунального хозяйства в двухнедельный срок с момента опубликования постановления. В сельской местности такой срок увеличивался до месяца, и работа возлагалась на волостные исполнительные комитеты. Собаки, предназначенные для военного ведомства и милиции, от регистрации освобождались. Владельцы собак за определенную плату получали регистрационную книжку или карточку и для прикрепления к ошейнику металлическую бляшку с номером, под которым животное вносилось в общую регистрационную книжку. Владельцы собак при продаже или при переезде с ними из одной местности в другую, должны были предъявлять в сельсоветы, волостные исполнительные комитеты или коммунальные отделы регистрационные книжки для отметок и учета. Сторожевые собаки во дворах, при хозяйствах и складах должны были находиться на крепких металлических привязях, причем сторожевые собаки

могли быть отвязаны только на ночь в замкнутых дворах, не допускавших их побега. Охотничьи собаки в местностях, объявленных по бешенству неблагополучными, освобождались от намордников только во время охоты, а собаки ищейки во время проведения с ними специальной работы.

Кошки в неблагополучных по бешенству местностях должны были содержаться в комнатах и за пределы двора или усадьбы жилого помещения их владельцев не выпускались.

Бродячие, т.е. не имевшие хозяина собаки и кошки, подлежали обязательной ловле и уничтожению. Собаки, находившиеся на свободе в местности неблагополучной по бешенству без намордников, хотя бы и в ошейниках с прикрепленным к нему установленным номером, приравнивались к бродячим. Кошки, бегавшие по улицам, площадям, садам, скверам считались бродячими.

Ловля и уничтожение бродячих собак и кошек осуществлялись отделами коммунальных хозяйств, волостными исполнительными комитетами по согласованию этого вопроса с ветеринарным отделом уездного земского управления. Время, способ ловли, порядок организации работы и содержание изоляторов устанавливались административным земельным и коммунальным отделом по соглашению. Выловленные бродячие собаки и кошки после осмотра ветеринарным врачом подлежали уничтожению, они не могли быть предметом купли-продажи.

Отловленные бродячие собаки и кошки, нанесшие покусывания людям и животным, подвергались обязательному 14-дневному ветеринарному наблюдению в изоляторе, после чего уничтожались. Выловленные собаки и кошки, не нанесшие покусывания людям и животным, содержались под ветеринарно-врачебным наблюдением в течение трех дней, после чего при соблюдении требований обязательного постановления могли быть выданы владельцам по предъявлению ими регистрационных книжек. Неопознанные животные по истечении конкретного срока уничтожались.

В случаях появления бешеных волков на местные исполкомы возлагалась организация мер по их уничтожению при условии согласования этого вопроса с обществом охоты. Трупы убитых волков, нанесших покусывания людям или животным, доставлялись ветеринарному врачу для установления или исключения бешенства.

Сельскохозяйственные животные, заподозренные в укушении бешеными животными, могли быть подвергнуты прививкам против бешенства. Применение предохранительных прививок животным осуществлялось только ветеринарными врачами.

Владельцы лошадей, крупного и мелкого рогатого скота и свиней, находившихся под ветеринарно-врачебным надзором, обязаны были исполнять определенные требования, а именно:

- 1) допускать рабочих животных к работе лишь в районах, указанных ветеринарными врачами, при соблюдении установленных им условий;
- 2) вне работы содержать их отдельно от других животных в сараях, стойлах и других помещениях, не допускавших их побега;
- 3) не выгонять их к общему водопою и на общий выпас;
- 4) не убивать животных на мясо без разрешения ветврача. Мясо от животных, убитых без разрешения ветврача, подлежало уничтожению.

За животными подозрительными в заболевании бешенством или укушенными бешеными животными устанавливались следующие сроки наблюдения: за лошадьми, крупным и мелким рогатым скотом – 180 дней; за свиньями, козами и овцами – 60 дней.

Употребление молока в пищу от животных больных и подозрительных в заболевании бешенством, а также приготовление из этого молока молочных продуктов не допускалось.

Трупы животных, убитых и павших от бешенства или убитых по подозрению в заболевании бешенством, зарывались на скотомогильниках в ямы, установленной законом глубины. Снятие кожи с таких животных не допускалось.

Плата за регистрацию собак и кошек в г. Белгороде была установлена в размере 50 копеек, в сельской местности – 20 копеек.

На лиц, виновных в нарушении обязательного постановления налагались штрафы: в сельской местности – до трех рублей или пяти дней принудительных работ; в г. Белгороде – не свыше 50 рублей или двух недель принудительных работ.

Повлияло ли на эпизоотическую обстановку принятие этого постановления или нет – неизвестно, но во второй половине 20-х годов ветеринарная отчетность улучшилась. Архивные данные свидетельствуют о том, что с сентября 1927 г. по октябрь 1928 г. было зарегистрировано 43 случая бешенства, из них 14 у собак, 7 у свиней, 18 у крупного рогатого скота и 4 у лошадей. Были убиты 32 подозрительные в заболевании собаки, головы которых отправляли в г. Курск - в Пастеровский институт для исследования [4].

В 1928-1929 гг. зарегистрировано 36 случаев бешенства. Главное внимание обращали на ловлю бродячих собак; содержание на привязи домашних собак; убой больных животных и антирабические прививки крупным сельскохозяйственным животным, покусанным бешеными собаками.

За осенние и зимние месяцы 1929-1930 гг. зарегистрировано 43 случая бешенства, а весной количество вспышек увеличилось. В распространении бешенства основную роль играло большое количество бродячих собак на улицах, несвоевременная осведомленность ветеринарного персонала о появлении заболевания в тех или других пунктах, а также невозможность выполнения при сложившихся условиях в сельских местностях статей Ветеринарного устава, направленных на борьбу с бешенством [6].

#### Библиография

1. Государственный архив Белгородской области. Ф. 600. Оп. 1. Д. 149. Л. 4.
2. Государственный архив Белгородской области. Ф. 600. Оп. 1. Д. 239. Л. 84.
3. Государственный архив Белгородской области. Ф. 600. Оп. 1. Д. 434. Л. 18.
4. Государственный архив Белгородской области. Ф. 606. Оп. 1. Д. 384. Л. 25.
5. Государственный архив Белгородской области. Ф. 607. Оп. 1. Д. 231. Л. 284.
6. Государственный архив Белгородской области. Ф. 607. Оп. 1. Д. 2. Л. 98.
7. Макаров В.В., Гулюкин А.М., Гулюкин М.И. Бешенство: естественная история на рубеже столетий: Монография. – М.: ЗооВетКнига, 2015. – 121 с.
8. Михин Н.А. Методы и научное обоснование борьбы с бешенством // Труды первого Всероссийского ветеринарного научно-организационного съезда 25 сентября – 2 октября 1926 г. 1927. Том 2. – С. 191-195.
9. Скворцов В.Н., Невзорова В.В., Скворцова Т.А., Присный А.А. Эпизоотология бешенства на Белгородчине в конце 19 века // Ветеринарная патология. – 2017. – №1 (59). – С. 9-16.
10. Скворцов В.Н., Невзорова В.В., Скворцова Т.А., Присный А.А. Бешенство на Белгородчине в начале 20 века // Ветеринарный врач. – 2017. – №2. – С. 25-30.
11. Скворцов В.Н., Невзорова В.В., Скворцова Т.А., Присный А.А. Эпизоотическая ситуация по бешенству на Белгородчине в 20-е годы 20 века / Вестник Алтайского ГАУ. – 2017. – №2(148). – С. 108-113.
12. Скворцов В.Н., Невзорова В.В., Степанова Т.В. Эпизоотическая обстановка на Белгородчине в начале 20-х годов 20 века // Ветеринария и кормление. – 2013. – № 4. – С. 57-58.
13. Сидоров Г.Н., Полещук Е.М., Сидорова Д.Г. Источники заражения людей бешенством в России за последние пять веков // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 11(294). – С. 22-26.
14. Щастный С.М., Палавандов Г.Б., Вайнберг Б.Г. Проблемы бешенства и борьба с ним в СССР // Труды десятого Всесоюзного съезда бактериологов, эпидемиологов и санитарных врачей имени И.И. Мечникова 5-11 сентября 1926 г. Том 1. – С. 259-261.

#### References

1. Gosudarstvennyy arkhiv Belgorodskoy oblasti [State archive of the Belgorod region]. F. 600. Op. 1. D. 149. L. 4.
2. Gosudarstvennyy arkhiv Belgorodskoy oblasti [State archive of the Belgorod region]. F. 600. Op. 1. D. 239. L. 84.
3. Gosudarstvennyy arkhiv Belgorodskoy oblasti [State archive of the Belgorod region]. F. 600. Op. 1. D. 434. L. 18.
4. Gosudarstvennyy arkhiv Belgorodskoy oblasti [State archive of the Belgorod region]. F. 606. Op. 1. D. 384. L. 25.
5. Gosudarstvennyy arkhiv Belgorodskoy oblasti [State archive of the Belgorod region]. F. 607. Op. 1. D. 231. L. 284.
6. Gosudarstvennyy arkhiv Belgorodskoy oblasti [State archive of the Belgorod region]. F. 607. Op. 1. D. 2. L. 98.
7. Makarov V.V., Gulyukin A.M., Gulyukin M.I. Beshenstvo: estestvennaya istoriya na rubezhe stoletiy [Rabies: natural history at a turn of centuries]: Monografiya. – M.: ZooVetKniga, 2015. – 121 p.

8. Mikhin N.A. Metody i nauchnoe obosnovanie bor'by s beshenstvom [Methods and scientific justification of fight against a rabies] // Trudy pervogo Vserossiyskogo veterinarnogo nauchno-organizatsionnogo s'ezda 25 sentyabrya – 2 oktyabrya 1926 g. 1927. Tom 2. – P. 191-195.

9. Skvortsov V.N., Nevzorova V.V., Skvortsova T.A., Prisnyi A.A Epizootologiya beshenstva na Belgorodchine v kontse 19 veka [Epizootology of a rabies on Belgorod region at the end of the 19th century] // Veterinarnaya patologiya. – 2017. – № 1 (59). – P. 9-16.

10. Skvortsov V.N., Nevzorova V.V., Skvortsova T.A., Prisnyi A.A. Beshenstvo na Belgorodchine v nachale 20 veka [Rabies on Belgorod region at the beginning of the 20th century] // Veterinarnyy vrach. – 2017. – № 2. – P. 25-30.

11. Skvortsov V.N., Nevzorova V.V., Skvortsova T.A., Prisnyi A.A. Epizooticheskaya situatsiya po beshenstvu na Belgorodchine v 20-e gody 20 veka [Epizootic situation on a rabies on Belgorod region in the 20th years of the 20th century] / Vestnik Altayskogo GAU. – 2017. – №2(148). – P. 108-113.

12. Skvortsov V.N., Nevzorova V.V., Stepanova T.V. Epizooticheskaya obstanovka na Belgorodchine v nachale 20-kh godov 20 veka [Epizootic situation on Belgorod region in the early twenties the 20th centuries] // Veterinariya i kormlenie. – 2013. – № 4. – P. 57-58.

13. Sidorov G.N., Poleshchuk E.M., Sidorova D.G. Istochniki zarazheniya lyudey beshenstvom v Rossii za poslednie pyat' vekov [Sources of infection of people with a rabies in Russia for the last five centuries] // Zdorov'e nase-leniya i sreda obitaniya. – 2016. – № 11(294). – P. 22-26.

14. Shchastnyi S.M., Palavandov G.B., Vaynberg B.G. Problemy beshenstva i bor'ba s nim v SSSR [Problems of a rabies and fight against it in the USSR] // Trudy desyatogo Vsesoyuznogo s"ezda bakteriologov, epidemiologov i sanitarnykh vrachey imeni I.I. Mechnikova 5-11 sentyabrya 1926 g. Tom 1. – P. 259-261.

#### Сведения об авторах

Скворцов Владимир Николаевич, доктор ветеринарных наук, директор Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко», г. Белгород, Российская Федерация. Адрес: 308002 г. Белгород, ул. Курская, 4. Тел. 8(4722) 26-29-75, e-mail: veter@belnet.ru.

Деркач Анастасия Владимировна, студент ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Россия, 308503 п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, ул. Вавилова, д.1. Тел. 39-24-67.

Присный Андрей Андреевич, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко», г. Белгород, Российская Федерация. Адрес: 308002 г. Белгород, ул. Курская, 4. Тел. 8(4722) 26-29-75, e-mail: andreypрисny@gmail.com.

Невзорова Виктория Владимировна, аспирант ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Россия, 308503 п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, ул. Вавилова, д.1. Тел. 39-24-67.

#### Information about authors

Skvortsov Vladimir N., D.Sc. in Veterinary Medicine, Ya.R. Kovalenko All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine (VIEV), Head of Belgorod Department, Belgorod, Russian Federation. Contact information: 308002, Russia, Belgorod, Kurskaya street, 4. Tel. 8 (4722) 26-29-75. E-mail: veter@belnet.ru.

Derkach Anastasia V., student of Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin (Belgorod SAU), Vavilov St., 1. 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia. Tel. 39-24-67.

Prisnyi Andrey A., D.Sc. in Biology, Associate Professor, Ya.R. Kovalenko All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine (VIEV), Leading researcher of Belgorod Department, Belgorod, Russian Federation. Contact information: 308002, Russia, Belgorod, Kurskaya street, 4. Tel. 8 (4722) 26-29-75. E-mail: andreypрисny@gmail.com.

Nevzorova Victoria V., graduate student of Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin (Belgorod SAU), Vavilov St., 1, 308503, Mayskiy, Belgorod region, Russia. Tel. 8 (4722) 39-24-67.

УДК 636.111.14

*Н.С. Трубчанинова*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЧИСТОПОРОДНОГО РАЗВЕДЕНИЯ И СКРЕЩИВАНИЯ СВИНЕЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ И ЭСТОНСКОЙ БЕКОННОЙ ПОРОД

**Аннотация:** На основании проведенных исследований было установлено, что при скрещивании свиней крупной белой породы с эстонской беконной породой количество поросят, полученных при рождении увеличивается на 6,4 и на 7,5% по сравнению с чистопородным разведением этих пород. Это увеличение произошло главным образом из-за повышения многоплодия свиноматок в этой группе на 7,1 и на 8,1% по сравнению с первой и второй группами соответственно. Также наибольший рост и сохранность поросят при их выращивании до 7 месяцев отмечается при скрещивании свиноматок крупной белой породы с эстонской беконной породой. Так, среднесуточные приросты помесей были выше по сравнению со сверстниками пород крупной белой и эстонской беконной на 3,4 и на 3,2%, а сохранность на 3,8 и на 3,6%, соответственно. Совокупность этих факторов обеспечила наибольший валовый прирост у помесных поросят на 15,0 и на 15,7% по сравнению с чистопородными животными. Кроме того, у помесных животных себестоимость 1 центнера прироста живой массы была соответственно ниже на 4,5 и на 4,2% по сравнению с чистопородными животными.

**Ключевые слова:** хряки, свиноматки, поросята, оплодотворяемость, многоплодие, порода, скрещивание, рост, среднесуточный прирост, валовый прирост, себестоимость 1 центнера прироста.

### THE EFFICIENCY OF PURE BREEDING AND CROSSBREEDING OF PIGS OF LARGE WHITE AND ESTONIAN BACON ROCKS

**Abstract:** On the basis of the conducted researches it was established that in the crossing of pigs of large white breed Estonian bacon breed, the number of piglets obtained at birth increased by 6.4 and 7.5% compared with the purebred breeding of these breeds. This increase was mainly due to the increase of multiple pregnancy of sows in this group, 7.1 and 8.1% compared with the first and second groups, respectively. It also has the highest growth and preservation of piglets when they are growing up to 7 months observed in the crossing of sows of large white breed Estonian bacon breed. Thus, average daily gains of hybrids was higher in comparison with peers of the breeds large white and Estonian bacon, 3.4 and 3.2%, and safety by 3.8 and 3.6%, respectively. The combination of these factors provided the greatest gross increase at crossbred piglets 15.0 and 15.7% compared with the purebred animals. In addition, crossbred animals, the cost of 1 quintal of live weight gain was lower by 4.5 and 4.2% compared with the purebred animals.

**Key words:** boars, sows, piglets, fertility, prolificacy, breed, crossbreeding, growth, daily gain, net gain, cost of 1 hundredweight gain.

Эстонская беконная порода создана на базе местных длинноухих свиней путем обогащения их генотипа крупной белой, ланд- рас и немецкой длинноухой породами. Предпосылкой выведения породы послужило производство беконной свинины в Эстонии. В 1920-е годы для улучшения местных свиней завезли датских свиней, которые оказали существенное влияние на динамику пороодообразовательного процесса.

В 1930-40-е годы для совершенствования эстонских вислоухих свиней применяли метод разведения «в себе». В 1950-60-е годы в Государственном племенном рассаднике были организованы племенные фермы, созданы высокопродуктивные стада, заложены новые заводские линии и семейства, проводилась оценка маток и хряков методом контрольного откорма потомства на Кехтнаской свиновод-

ческой контрольно-опытной станции. Методическую помощь в формировании породы оказали В.Э. Лаанмяэ, Н.П. Осин и др. [2,4,8,10,12].

Порода утверждена в 1961 г., характеризуется мясным направлением продуктивности, представляет особую ценность при производстве бекона. Поголовье животных этой породы имеет тенденцию к быстрому росту [1,3,5-7,9,11,13-21].

Экстерьер животных характеризуется особым строением, туловище длинное, веретенообразное. Ноги невысокие, крепкие, с хорошо развитыми окороками. Костяк тонкий. Голова средней величины, со слегка вогнутым профилем. Уши длинные, свисающие. Шея длинная, мясистая. Масть белая, кожа розовая, иногда с мелкими пигментированными пятнами.

Взрослые хряки имеют живую массу в 310-330 кг при длине туловища 170-180 см и обхвате груди 155-160 см,



взрослые свиноматки – соответственно 210-240 кг, 155-170 см и 140-145 см. Многоплодие составляет 11-12 поросят, молочность – 50-55 кг. Средняя масса поросят при отъеме в возрасте 2 мес. – 17-19 кг. Молодняк на откорме достигает живой массы в 100 кг в возрасте 170-185 суток при среднесуточном приросте 710-730 г., затратах корма на 1 кг прироста – 3,1-3,5 к.ед.

Туши высокого качества, длиной 98-101 см, толщина шпика над 6-7-м грудными позвонками – 26-28 мм, площадь «мышечного глазка» – 32-34 см<sup>2</sup> и масса окорока 11,0-11,5 кг.

Порода имеет богатую генеалогическую структуру, насчитывающую 14 основных заводских линий и 30 семейств. К ведущим принадлежат такие: линии Сибера, Акураата, Викинга, Паво, Вето, Плета, Мынуса, Виктора, Пиккерда, Пярдика, Пираата, Куллера, семейства Вапсы, Кай, Матсанас, Куллы, Лийху, Айме, Кадре и Лунде.

Порода перспективна, поскольку спрос на мясную свинину неуклонно растет. Животных данной породы широко используют для промышленного скрещивания и гибридизации с другими генотипами свиней для получения товарного молодняка с хорошими мясными качествами. Продуктивные признаки динамичны, мясные и откормочные качества постоянно улучшаются.

Для изучения эффективности использования эстонской беконной породы в условиях промышленного комплекса нами были проведены специальные исследования в колхозе имени Горина Белгородской области.

В опытах использовали взрослых хряков и свиноматок крупной белой и эстонской беконной породы. Воспроизводительные функции подопытных животных представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Воспроизводительные функции свиней крупной белой и эстонской беконной пород**

Группы опыта	Порода		Число осемененных свиноматок	Из них опоросилось		Получено поросят, гол.		Крупноплодность, кг
	свиноматок	хряков		голов	%	всего	на 1 опорос	
1	крупная белая	крупная белая	30	26	86,6	293	11,2±0,1	1,28±0,01
2	эстонская беконная	эстонская беконная	30	26	86,6	290	11,1±0,1	1,28±0,01
3	крупная белая	эстонская беконная	30	26	86,6	312	12,0±0,1	1,28±0,01

Данные таблицы 1 показывают, что наибольшее число поросят было получено при скрещивании свиноматок крупной белой породы с хряками эстонской беконной породы. Это произошло, главным образом из-за повышения многоплодия свиноматок в этой группе на 7,1 и на 8,1% по сравнению с первой и второй группами, соответственно. Так же, следует отметить, что при чистопородном разведении крупной белой (первая группа) и эстонской беконной породы (вторая группа) были получены практически одинаковые показатели по получению поросят.

Что касается крупноплодности, то

поэтому показателю животные всех подопытных групп достоверно не отличались.

Рост и сохранность чистопородных и помесных поросят представлены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что наибольшие рост и сохранность поросят до 7 месяцев были получены в третьей группе при скрещивании свиноматок крупной белой породы с хряками эстонской беконной породы. Так, среднесуточные просты в третьей группе были выше по сравнению с первой и второй группами, соответственно на 3,4 и 3,2 %, а сохранность на 3,8 и 3,6 %.

**Таблица 2. Рост и сохранность чистопородных и помесных поросят**

Группы опыта	Порода		Число поросят при рождении	Живая масса, кг.		Среднесуточный прирост от рождения до 7 мес., г.	Сохранность поросят до 7 мес.	
	свиноматок	хряков		при рождении	в 7 мес.		голов	%
1	крупная белая	крупная белая	293	1,28	116,0	546	250	85,3
2	эстонская беконная	эстонская беконная	290	1,28	116,3	547	248	85,5
3	крупная белая	эстонская беконная	312	1,26	120,0	565	278	89,1

Для определения эффективности выращивания потомства, полученного при чистопородном разведении свиней крупной белой и эстонской беконной пород, а также при скрещивании свиноматок крупной белой породы с хряками эстонской беконной

породы, мы произвели расчет, исходя из данных, полученных в опытах (валовой прирост животных по каждой группе, стоимость кормов и затраты на выращивание животных до 7 месяцев). Результаты этих расчетов представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Экономическая эффективность чистопородного разведения и скрещивания свиней крупной белой и эстонской беконной пород**

Группы опыта	Порода		Затраты на получение и выращивание поросят до 7 мес., руб.			Валовой прирост свиней до 7 мес., ц	Себестоимость 1 центнера прироста живой массы свиней, руб.
	свиноматок	хряков	Общие затраты	Затраты на маточное поголовье	Затраты на корма		
1	крупная белая	крупная белая	1329344,0	88800,0	766622,0	286,8	4635,09
2	эстонская беконная	эстонская беконная	1318204,0	88800,0	759120,0	285,2	4622,03
3	крупная белая	эстонская беконная	1459984,0	88800,0	862504,0	330,0	4424,19

Данные таблицы 3 показывают, что самая низкая себестоимость 1 центнера прироста живой массы была получена при скрещивании свиноматок крупной белой с хряками эстонской беконной пород. Это можно объяснить тем, что в этой группе было получено наиболее валового прироста и самые низкие затраты кормов на 1 центнер прироста живой массы. При сравнении себестоимости 1 центнера прироста живой массы у животных первой и второй групп мы установили, что этот показатель был ниже (на 13,06 руб. или на 0,3%) при чистопородном разведении эстонской беконной породы (вторая группа). Это свя-

зано с тем, что в этой группе были несколько меньше затраты кормов на 1 центнер прироста живой массы (на 2,0%) по сравнению со второй группой.

Таким образом, наши исследования показали, что из всех испытанных трех вариантов наибольшая эффективность достигается при скрещивании свиноматок крупной белой породы с хряками эстонской беконной породы. В этом случае было получено наиболее валового прироста, и наименьшая себестоимость 1 центнера прироста живой массы при выравнивании и откорме полученного потомства.

#### Библиография

1. Герасимов В.И. Дикие и домашние свиньи / В.И. Герасимов, Д.И. Барановский, А.М. Хохлов, В.М. Нагаевич, В.П. Рыбалко, Ю.В. Засуха, Г.С. Походня, Т.Н. Данилова, Е.В. Пронь, А.И. Чалый, Н.Н. Жерноклеев, Е.Д. Барановский, Л.А. Тарасенко, В.Ф. Андрийчук. – Харьков. – Изд-во Эспада, 2009. – 240 с.
2. Горин В.Я. Повышение эффективности воспроизводства свиней / В.Я. Горин, Г.С. Походня, А.А. Файнов, Е.Г. Федорчук, Т.А. Малахова // Зоотехния, 2014. - №5. – С. 21-23.

3. Горин В.Я. Зависимость воспроизводительной функции свиноматок от сезона года / В.Я. Горин, Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, А.Н. Ивченко, Т.А. Малахова // Зоотехния, 2014. - №5. – С. 24-26.
4. Горин В.Я. Организация и технология производства свинины в колхозе имени Фрунзе Белгородского района / В.Я. Горин, А.А. Файнов, Г.С. Походня // Зоотехния. – 2012. – №1. – С. 15-16.
5. Походня Г.С. Основные резервы повышения производства свинины / Г.С. Походня Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни. – Белгород: Изд-во «Константа», 2014. – Вып.9. – С. 5-8.
6. Походня Г.С. Откорм свиней с использованием нетрадиционных кормов в их рационах / Г.С. Походня, М.И. Подчалимов, Л.А. Манохина, А.Н. Ивченко, Е.Г. Федорчук. – Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2013. – 124 с.
7. Походня Г.С. Повышение продуктивности маточного стада свиней / Г.С. Походня, А.И. Гришин, Р.А. Стрельников, Е.Г. Федорчук, В.В. Шабловский. – Белгород «Везелица», 2013. – 488 с.
8. Походня Г.С. Повышение продуктивности свиней при их выращивании и откорме / Г.С. Походня, А.Н. Ивченко, Е.Г. Федорчук. – Белгород: Изд-во «Везелица», ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2014. – 324 с.
9. Походня Г.С. Резервы повышения производства свинины на промышленном комплексе / Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, А.Н. Ивченко, Т.А. Малахова, Ю.П. Бреславец. – Белгород: Изд-во ООО ИПЦ «Политерра», 2015. – 264 с.
10. Походня Г.С. Стимуляция воспроизводительной функции у свиноматок / Г.С. Походня, Т.А. Малахова. – Белгород: Изд-во ООО ИПЦ «Политерра», 2016. – 204 с.
11. Походня Г.С. Искусственное осеменение свиноматок / Г.С. Походня. – Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2004. – 28 с.
12. Походня Г.С. Чистопородное разведение и скрещивание свиней крупной белой и беркширской пород / Г.С. Походня, В.И. Котарев, Н.А. Маслова, А.В. Ковригин, А.П. Хохлова. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2017. – 23 с.
13. Походня Г.С. Чистопородное разведение и скрещивание свиней крупной белой и муромской пород / Г.С. Походня, П.П. Корниенко, В.И. Котарев, С.А. Галицкий. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2017. – 23 с.
14. Походня Г.С. Чистопородное разведение и скрещивание свиней крупной белой и короткоухой белой пород / Г.С. Походня, В.И. Котарев, А.Н. Добудько, С.А. Галицкий. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2017. – 23 с.
15. Походня Г.С. Чистопородное разведение и скрещивание свиней крупной белой и брейтовской пород / Г.С. Походня, В.И. Котарев, А.А. Файнов, А.Н. Добудько, С.А. Галицкий. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2017. – 23 с.
16. Турьянский А.В. Организация и технология производства свинины в фермерских хозяйствах / А.В. Турьянский, Г.С. Походня, А.П. Бреславец. – Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2004. – 39 с.
17. Турьянский А.В. Эффективность различных сроков отъема поросят / А.В. Турьянский, Г.С. Походня, А.П. Бреславец // Проблемы животноводства: Сборник научных трудов, 2005. – Вып. 4. – С. 69-70.
18. Шапошников А.А. Адаптогенный препарат «Мивал-Зоо», его влияние на морфологические и биохимические показатели крови свиноматок и поросят / А.А. Шапошников, Г. Симонов, Г.С. Походня, А.А. Нарижный, Н.И. Жернакова, Е.Г. Федорчук, Л.Е. Боева // Свиноводство, 2009. – №8. – С. 45-47.
19. Шапошников А.А. Влияние адаптогенного препарата «Мивал-Зоо» на морфологические и биохимические показатели крови свиноматок и поросят / А.А. Шапошников, Г.С. Походня, Н.И. Жернакова, Г.И. Горшков, А.Г. Нарижный, Е.Г. Федорчук, Л.Е. Боева // Аграрная наука, 2009. – №11. – С. 28-30.
20. Шапошников А.А. Влияние адаптогенного препарата «Мивал-Зоо» на морфологические и биохимические показатели крови свиноматок и поросят / А.А. Шапошников, Г.С. Походня, Н.И. Жернакова, Г.И. Горшков, Е.Г. Федорчук, Л.Е. Боева // Проблемы животноводства: сб. науч. тр. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. – Вып.9. – С. 67-71.
21. Шапошников А.А. Продуктивность свиноматок в зависимости от скармливания им препарата «Мивал-Зоо» / А.А. Шапошников, Г.С. Походня, Н.И. Жернакова и др. // Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2010. – Вып.3. – С.33-36.

#### References

1. Gerasimov, V.I., Wild and domestic pigs / V.I. Gerasimov, D.I. Baranovsky, A.M. Khokhlov, V.M. Agaevich, V.P. Rybalko, Yu.V. Drought, Pokhodnya G.S., T.N. Danilova, E.V. Pron, A.I., Chaly, N.N. Zhirnokleev, E.D. Baranowski, L.A. Tarasenko, V.F. Andreychuk. – Kharkiv. – Publishing house of Espada, 2009. – 240 p.
2. Gorin, V.Ya., Improvement of efficiency of reproduction of pigs / V.Ya. Gorin, Pokhodnya G.S., A.A. Faenov, E.G. Fedorchuk, T.A. Malakhova // Husbandry, 2014. - No. 5. – P. 21-23.
3. Gorin, V.Ya., Dependence of reproductive function of sows on season / V.Ya. Gorin, Pokhodnya G.S., E.G. Fedorchuk, A.N. Ivchenko, T.A. Malakhova // Husbandry, 2014. - No. 5. – P. 24-26.
4. Gorin V.Y. Organization and technology of pork production in the collective farm named after Frunze of the Belgorod region / V.Ya. Gorin, A.A. Faenov, Pokhodnya G.S. // Husbandry. – 2012. – No. 1. – P. 15-16.
5. Pokhodnya G.S. Main reserves of increase of pork production / Pokhodnya G.S. Pig breeding and production technology of pork: a Collection of scientific works of the scientific school of Professor G. S. Pochodne. – Belgorod: Publishing house "Konstanta", 2014. – VIP.9. – S. 5-8.

6. Pokhodnya G.S. Fattening pigs using non-traditional forages in their rations / Pokhodnya G.S., M.I. Podzol'kov, L.A. Manohina, A.N. Ivchenko, E.G. Fedorchuk. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural Academy, 2013. – 124 p.
7. Pokhodnya G.S. Improving the productivity of breeding herds of pigs / Pokhodnya G.S., A.I. Grishin, R.A. Strel'nikov, E.G. Fedorchuk, V.V. Shablovsky. – Belgorod "Veselica", 2013. – 488 p
8. Pokhodnya G.S. to increase the productivity of pigs in their growing and fattening / Pokhodnya G.S., A.N. Ivchenko, E.G. Fedorchuk. – Belgorod: Publishing House.-"Veselica" ID "Belgorod" NIU "BSU", 2014. – 324 p.
9. Pokhodnya G.S. Reserves of increase of pork production in the industrial complex / Pokhodnya G.S., E.G. Fedorchuk, A.N. Ivchenko, T.A. Malakhov, Y.P. Breslavets. – Belgorod: Publishing house OOO CPI "Politerra", 2015. – 264 p.
10. Pokhodnya G.S. Stimulation of reproductive function in sows / Pokhodnya G.S., T.A. Malakhov. – Belgorod: Publishing house OOO CPI "Politerra", 2016. – 204 p
11. Pokhodnya G.S., Artificial insemination of sows / G.S. Pokhodnya. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural Academy, 2004. – 28 S.
12. Pokhodnya G.S. Purebred breeding and crossbreeding of pigs of large white and Berkshire breeds / G.S. Pokhodnya, V.I. Kosarev, N. Maslova, V.A. Kovrigin, And A.P. Khokhlov. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2017. – 23 p
13. Pokhodnya G.S. Purebred breeding and crossbreeding of large white pigs and Murom rocks / Pokhodnya G.S., p. P. Kornienko, V.I. Kosarev, S.A. Galitsky. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2017. – 23 p
14. Pokhodnya G.S. Purebred breeding and crossbreeding of large white pigs and white short-eared breeds / G.S. Pokhodnya, V.I. Kosarev, A.N. Dobudko, S.A. Galitsky. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2017. – 23 p
15. Pokhodnya G.S. Purebred breeding and crossbreeding of large white pigs and breytovo breeds / G.S. Pokhodnya, V.I. Kosarev, A.A. Faenov, A.N. Dobudko, S.A. Galitsky. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2017. – 23 p
16. Tur'yans'ke V.A. Organization and technology of pork production in farms /A.V. Tur'yans'ke, Pokhodnya G.S., A.P. Breslavets. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural Academy, 2004. – 39 S.
17. Tur'yans'ke A.V. the effectiveness of the different timing of weaning / Tur'yans'ke A.V., Pokhodnya G.S., A. P. Breslavets // Problems of animal husbandry: Collection of scientific works, 2005. – Vol. 4. – S. 69-70.
18. Shaposhnikov A.A. Adaptogenic preparation "Mival-Zoo" and its influence on morphological and biochemical blood parameters of sows and piglets / A.A. Shaposhnikov, Simonov G., Pokhodnya G.S., T. Yurkin, Narizniy, Zhernakova, E.G. Fedorchuk, E.L. Boeva // Pig Breeding, 2009. – No. 8. – S. 45-47.
19. Shaposhnikov A.A. the Influence of an adaptogenic preparation "Mival-Zoo" on morphological and biochemical blood parameters of sows and piglets / A.A. Shaposhnikov, G.S. Pokhodnya, Narizniy, Zhernakova, G.I. Gorshkov, A. G.T. Yurkin, E.G. Fedorchuk, E.L. Boeva // agrarian science, 2009. – No. 11. – S. 28-30.
20. Shaposhnikov A.A. the Influence of an adaptogenic preparation "Mival-Zoo" on morphological and biochemical blood parameters of sows and piglets / A.A. Shaposhnikov, G.S. Pokhodnya, Narizniy, Zhernakova, G.I. Gorshkov, E.G. Fedorchuk, E.L. Boeva // Problems of animal husbandry: collection of scientific works. Tr. – Belgorod: publishing house of BSAA, 2008. – Vol.9. – S. 67-71.
21. Shaposhnikov A.A. Productivity of sows depending on feeding them a preparation "Mival-Zoo" / A.A. Shaposhnikov, G.S. Pokhodnya, Narizniy, Zhernakova et al. / Collection of scientific works of the scientific school of Professor G.S. Pochodnya. – Belgorod: Publishing House.-in BSAA, 2010. – Vol.3. – P. 33-36.

#### **Сведения об авторах**

Трубчанинова Наталья Савельевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан технологического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8-905-170-05-90.

#### **Information about authors**

Trubchaninova Natalia Savel'evna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor, Dean of technological faculty of the Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel 8-905-170-05-90.

## 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 – 1,00 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. Исключения составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

### **Порядок представления материалов**

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

#### **Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:**

Наседкина Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,  
Груздова Людмила Николаевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: konf.econom@yandex.ru  
тел. +7 919 229-09-96.

#### **Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:**

Лицуков Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,  
Демидова Анна Геннадьевна, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: ya.demidova-anya@yandex.ru  
тел. +7 952 427-17-83/

#### **Тематический раздел «Новые технологии в ветеринарной медицине и зоотехнии»:**

Походня Григорий Семенович, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,  
Малахова Татьяна Александровна, к. с.-х. н. – ответственный секретарь,  
e-mail: tan.malahowa2012@yandex.ru  
тел. +7 920 584-46-91.

#### **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 636.4:636.082.4

**Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук**

### ОСЕМЕНЕНИЕ СВИНОМАТОК В РАЗНОМ ВОЗРАСТЕ

**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).

### INSEMINATION OF SOWS AT DIFFERENT AGES

**Abstract.** Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation.

**Keywords:** keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной ста- (текст).....  
 тьи.....  
 .....  
 (текст)..... (текст).....  
 .....  
 .....

**Таблица 1. Стандарт породы по живой массе свиноматок**


#### Библиография

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

#### References

и на английском языках.

#### Сведения об авторах

Походня Григорий Семенович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры разведения и частной зоотехнии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон и(или) электронный адрес.

Федорчук Елена Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон и(или) электронный адрес.

#### Information about authors

Pokhodnia Grigorii S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Breeding and Private animal husbandry, 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. ... , e-mail: ...

Fedorchuk Elena G., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Technology of production and processing of agricultural products, 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. ...

## 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 formular Microsoft Equation or Microsoft MathType editor. The formulas, which are written in other editors and in the form of drawings, are not accepted. All designations of sizes in formulas and tables must be explained in the text.

In case of citing or using any provisions from other works one should give references to the author and a source from which material in the form of the sending concluded in square brackets [1]. All references must be listed by the author in the general list (bibliography) issued in the form of endnote bibliographic references in the end of article where the full list of the used sources is provided. Do not use intra text and interlinear bibliographic references in articles.

#### **Order of materials representation**

Authors provide the following materials in edition (responsible secretaries of the appropriate thematic sections):

– article in printed form, without hand-written inserts, on one party of a standard sheet, signed on the last sheet by all authors,

– article in electronic form, each article has to be in the different file, the surname of the original author titles the file,

– data about authors (in a printing and electronic versions) – the questionnaire of the author,

– the review of article signed (doctor of science) and certified by the press

– graduate students provide the reference confirming a study place.

On condition of implementation of formal requirements to materials for the publication the article manuscript provided by the author is reviewed according to an established order of reviewing of the manuscripts, which are coming to editorial office of the Journal. The decision on expediency of the publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy chief editors), and if it is necessary by an editorial board in general. The editorial board sent to the author of the unaccepted manuscript a motivated refusal.

The payment for the manuscripts publication is not charged from graduate students.

E-mail addresses of responsible secretaries of thematic sections are given below:

#### **Thematic section “Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village”:**

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Gruzdova Lyudmila Nikolaevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: [konf.econom@yandex.ru](mailto: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-any@yandex.ru](mailto:ya.demidova-any@yandex.ru)

Tel. +7 952 427-17-83.

#### **Thematic section “New Technologies in Veterinary Medicine and Animal Science”:**

Pokhodnya Grigory Semenovich, Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Malahova Tatyana Aleksandrovna, Cand. Agric. Sci. – responsible secretary,

e-mail: [tan.malahowa2012@yandex.ru](mailto:tan.malahowa2012@yandex.ru)

тел. +7 920 584-46-91.

#### **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](mailto:a.c.kolesnikov@mail.ru)

Tel. +7 908 783-88-92.

### Example of registration of article

UDC 636.4:636.082.4

**G.S. Pokhodnya, E.G. Fedorchuk**

#### INSEMINATION OF SOWS AT DIFFERENT AGES

**Abstract.** 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. Bischofsberger W., Dichtl N., Rosenwinkel K. *Anaerobtechnik*. 2nd ed. Heidelberg, Springer Verlag, 2005. 23 p.
2. Bruni E., Jensen AP., Angelidaki I. Comparative study of mechanical, hydrothermal, chemical and enzymatic treatments of digested biofibers to improve biogas production. *Bioresour Technol*, 2010, no. 101, pp. 8713 – 8717.
3. Hills D.J., Nakano K. Effects of particle size on anaerobic digestion of tomato solid wastes. *Agr Wastes*, 1984, no. 10, pp. 285 – 295.

#### Information about authors

Pokhodnia Grigorii S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Breeding and Private animal husbandry, 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. ... , e-mail: ... .

Fedorchuk Elena G., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Technology of production and processing of agricultural products, 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. ... , e-mail: ... .